# جایگزینی پودر ماهی با کنجاله کانولا و تاثیر آن بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، برخی پارامترهای خونی و سطح هورمون های تیروئیدی تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

محمود محسنی*[۱]، محمد ملک‌پور[۲]

*mahmoudmohseni73@gmail.com

۱- مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا. ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۷

## چکیده

تحقیق حاضر به منظور جایگزینی کردن سطوح مختلف کنجاله کانولا جای پودر ماهی و تأثیر آن بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، برخی پارامترهای خونی و سطوح هورمون‌های تیروئیدی (تری‌یدوتیرونین و تیروکسین) تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) طراحی و اجرا گردید. ماهیان با وزن اولیه ۰/۳۴±۲۲/۸۰ گرم (میانگین± انحراف معیار) در قالب پنج تیمار و سه تکرار به مدت ۱۰ هفته با جیره محتوی سطوح مختلف کنجاله کانولا شامل ۰ (شاهد)، ۱۰ ($CM_{۱۰}$)، ۲۰ ($CM_{۲۰}$)، ۳۰ ($CM_{۳۰}$) و ۴۰ ($CM_{۴۰}$) درصد (جایگزین شده با پودر ماهی)، به ترتیب دارای پروتئین و انرژی یکسان (۴۵ درصد و ۱۸/۵۳ کیلوژول بر گرم) تا حد سیری تغذیه شدند. در پایان دوره پرورش، بالاترین مقادیر متوسط وزن نهایی بدن، وزن کسب شده، نرخ رشد ویژه و نرخ کارایی پروتئین در ماهیان تغذیه شده با تیمارهای شاهد، $CM_{۱۰}$ و $CM_{۲۰}$ ملاحظه شد که با ماهیان $CM_{۴۰}$ دارای اختلاف معنی دار آماری بود ($P< ۰/۰۵$). اضافه کردن کانولا در جیره، منجر به ایجاد تفاوت معنی‌دار در مقادیر متوسط هماتوکریت، گلبول قرمز، گلبول سفید، منوسیت و ائوزینوفیل نسبت به تیمار شاهد نشد. با افزایش سطوح مختلف کنجاله کانولا در تیمارهای غذایی مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح هورمون $T_3$ مشاهده نشد. کمترین میزان هورمون $T_4$ در تیمار $CM_{۴۰}$ مشاهده شد که با ماهیان تغذیه شده با تیمار شاهد، $CM_{۱۰}$ و $CM_{۲۰}$ دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود. قابلیت هضم ظاهری پروتئین در ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد بطور معنی داری از ماهیان $CM_{۲۰}$ و $CM_{۴۰}$ بالاتر بود. قابلیت هضم ظاهری چربی ماهیان تغذیه شده با جیره $CM_{۴۰}$ بطور معنی داری پایئن‌تر از سایر تیمارها بود. با توجه به نتایج مطالعه حاضر، می‌توان تا ۲۰ درصد کنجاله کانولا را در جیره غذایی تاس ماهی سیبری، بدون تاثیر منفی بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، پارامترهای خونی و هورمون تیروئیدی جایگزین پودر ماهی نمود، بطوریکه علاوه بر کاهش میزان مصرف آرد ماهی، از لحاظ اقتصادی نیز برای پرورش دهندگان مقرون به صرفه باشد.

**لغات کلیدی:** کنجاله کانولا، تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii* Brandt, 1869)، قابلیت هضم، هورمون‌های تیروئیدی

*نویسنده مسئول



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

## مقدمه

تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) از دهه ۱۹۴۰ به دلیل انعطاف پذیری بالا نسبت به شرایط محیطی و پرورشی، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. در اواخر اسفند ماه سال ۱۳۸۳ در راستای فراهم نمودن بانک ژنی، تمامی گونه‌های تاسماهیان از کشور مجارستان وارد ایران شد. این گونه مناسب برای پرورش در انواع سیستم های تولیدی می باشد، بطوریکه متوسط وزن بدن در شرایط پرورشی نسبت به انواع مشابه در آب‌های طبیعی ممکن است تا ۱۰ برابر بیشتر باشد (Williot *et al.*, 2002). از جمله مزیت‌های این گونه بعنوان یک گونه مناسب پرورشی جهت معرفی به منابع آبی جدید و اهداف آبزی‌پروری، می‌توان به امکان دستیابی به رسیدگی جنسی در اسارت (Williot *et al.*, 2002)، تحمل محدوده وسیعتری از تغییرات پارامترهای کیفی آب از جمله تحمل اکسیژن محلول نسبتا پایین، غلظت بالای آمونیاک نسبت به دیگر گونه‌ها نظیر قزل آلا و تراکم بالای ذخیره سازی (Bronzi *et al.*, 2011) اشاره نمود. شاید از دلایل انتخاب این گونه از بین انواع گونه‌های ساکن مناطق آبی جهان، قابلیت‌های ویژه این گونه باشد که سبب شده مورد توجه قرار بگیرد.

پودر ماهی به عنوان یک منبع پروتئین اصلی در غذای ماهیان خاویاری استفاده می‌شود (Gatlin *et al.* 2007; Tacon and Metian, 2008). صید جهانی آبزیان یکی از عوامل محدود کننده در تولید پودر ماهی می‌باشد. همچنین تقاضای روز افزون جهانی برای آرد ماهی و روغن ماهی، باعث افزایش قیمت پودر ماهی در آینده خواهد شد. از این‌رو استفاده از پروتئین‌های گیاهی به‌جای پودر ماهی می‌تواند هزینه‌های جاری در آبزی‌پروری را کاهش دهد (Xue *et al.*, 2012). دانه‌های غلات، کنجاله دانه‌های روغنی، ضایعات کارخانجات عمل آوری فرآورده‌های حیوانی، ضایعات عمل آوری فرآورده‌های دریایی از مهمترین فرآورده‌های پروتئینی گیاهی و حیوانی به منظور جایگزینی با پودر ماهی به‌شمار می‌روند. کانولا نامی گرفته شده از واریته‌های اصلاح شده دانه کلزا (*Brassica napus*) است که میزان 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). کنجاله کانولا دارای منابع غنی از سولفور و شامل آمینواسیدهای لازم برای رژیم غذایی ماهی است (Buchman *et al.*, 1997). این دانه روغنی پس از سویا به‌عنوان شناخته شده‌ترین گیاه برای تولید روغن و کنجاله در دنیا مطرح است. کنجاله کانولا پس از سویا مقام دوم تولید را در بین دانه‌های روغنی در جهان دارا می‌باشد. کنجاله کانولا با توجه به شرایط آب و هوایی، نوع واریته و روش فرآوری حاوی ۳۸-۳۲ درصد پروتئین می‌باشد. پروتئین کنجاله کانولا توازن خیلی خوبی از نظر آمینواسیدها ضروری را نسبت به سایر پروتئین‌های گیاهی دارا می‌باشد و منبع خوبی از آمینواسیدهای گوگرددار متیونین و سیستین است ولی مقدار لایزین آن کم است (Enami, 2011). مقدار انرژی و پروتئین خام کنجاله کلزا نسبت به کنجاله سویا اندکی کمتر ولی از نظر آمینواسیدهای گوگرددار مناسب‌تر از کنجاله سویا می‌باشد (McCurdy *et al.*, 1992). قابلیت هضم پروتئین خام کلزا ۸۲/۶- ۸۱/۹ درصد تعیین شده است (Gruhn and Zender, 1989). Higgs و همکاران (۱۹۹۵)، ارزش پروتئینی کنجاله کانولا را برحسب شاخص آمینواسیدهای ضروری برابر با ارزش پروتئینی آرد ماهی و بالاتر از ارزش پروتئینی کنجاله سویا و پنبه دانه بیان کردند. در سال‌های اخیر کشت کنجاله کانولا و استفاده از آن توسط مزارع آبزی‌پروری روند رو به افزایشی در ایران و همچنین کشورهای دیگر نشان داده است (Enami, 2011). بیشتر منابع پروتئینی گیاهی از جمله کنجاله کانولا دارای برخی از فاکتورهای ضد تغذیه‌ای از جمله فیبر، الیگوساکاریدها، ترکیبات فنولیک، اسید فیتیک و گلوکوسینولات می‌باشد (Higgs *et al.*, 1995) که باعث محدودیت استفاده از آن در جیره می‌شود. با این وجود در واریته‌های تجاری کانولا سطح مواد ضد تغذیه‌ای کاهش یافته و قابلیت هضم و استفاده از پروتئین آن افزایش یافته است. در ایران بیشترین کشت گیاه کلزا مربوط به استان گلستان



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

می‌باشد. طی ۱۲ سال اخیر، محققان در شرکت توسعه پژوهش دانه‌های روغنی ایران تکثیر و بهگزینی 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). پژوهش حاضر به منظور، جهت تعیین سطح بهینه جایگزینی کنجاله کانولا به جای پودر ماهی در جیره غذایی تاس ماهی سیبری و تاثیر آن بر عملکرد روند رشد، هضم پذیری، شاخص‌های هماتولوژیک و سطح هورمون‌های تیروئیدی طراحی و انجام شد.

## مواد و روش کار

تعداد ۱۵۰ قطعه بچه تاس ماهی سیبری با میانگین وزن اولیه ۰/۳۴±۲۲/۸۰ گرم (میانگین±انحراف معیار) و میانگین طولی ۰/۳۲±۱۹/۷۳ از موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان خزر تهیه شدند. بچه ماهیان به مدت دو هفته با جیره پایه سازگار، سپس بصورت کاملا تصادفی در پنج تیمار با سه تکرار در ۱۵ مخزن فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری (به قطر ۱۰۰ و ارتفاع ۵۳ سانتیمتر و حجم مفید آب ۳۵۰ لیتر) در فضای سرپوشیده مجهز به سیستم هوادهی، تخلیه آب مرکزی و شیرهای تنظیم آب (به صورت فواره‌ای) با دبی آب ۳/۸۸ لیتر در دقیقه (آب رودخانه سفیدرود) ذخیره سازی شدند. ماهیان به صورت ۴ مرتبه در روز تا حد سیری در ساعات ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰ غذادهی شدند. بطور متوسط هر وعده غذایی حدود یک ساعت طول می‌کشید تا از خورده شدن کل غذای داده شده اطمینان حاصل شود (Zhu *et al.*, 2005). مقدار غذای مصرفی در هر مخزن از کسر غذای مصرف نشده در کف مخازن از مقدار کل غذای داده شده محاسبه گردید (Williams, 2007). دوره نوری تحت شرایط طبیعی (۱۲ ساعت روشنایی، ۱۲ ساعت تاریکی) قرار داشت. شستشو تانک‌ها هر دو هفته و هم زمان با زیست سنجی انجام تا کمترین استرس به ماهیان وارد شود.

کنجاله کانولای مورد استفاده از کارخانه روغن ناز اصفهان، آرد ماهی و روغن ماهی از کارخانه گیل پودر انزلی، پودر گوشت از کارخانه آرد ماهی خزر کیاشهر، مکمل ویتامینه و معدنی از شرکت داروسازی ارس بازار آمل خریداری گردیدند. آنالیز ترکیبات کنجاله کانولا (بر حسب درصد ماده خشک)، رطوبت (۱۰ درصد)، پروتئین خام (۳۵ درصد)، چربی خام (۲/۷ درصد)، فیبر (۱۲ درصد)، خاکستر (۶ درصد) و گلوکوسینولات (میکرومول بر ماده خشک) به میزان ۱۰/۱۱ تعیین گردید (آزمایشگاه غذا دارو، تهران). پنج جیره غذایی آزمایشی با انرژی یکسان (۱۸/۵۳ کیلوژول بر گرم) و پروتئین یکسان (۴۵ درصد) با سطوح مختلف صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد کنجاله کانولا جایگزین پودر ماهی شد (جدول ۱). برای ساخت جیره ابتدا مواد مورد نیاز کاملا آسیاب شده و پس از الک کردن با هم مخلوط شدند و 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 شد و به‌صورت رشته درآمد، رشته‌ها را با سینی درون خشک‌کن انتقال یافتند و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیدند. اندازه پلت ۳ میلی‌متر و مناسب با سایز دهان ماهی در نظر گرفته شد. جیره‌های غذایی پس از ساخته شدن بسته بندی و در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. فاکتورهای فیزیکی آب تانک‌ها نظیر دما و اکسیژن به‌صورت روزانه و pH به‌صورت هفتگی در طول دوره پرورش اندازه‌گیری شدند. دمای متوسط آب در طول دوره برابر ۱۶ درجه سانتی گراد، pH معادل ۷ و اکسیژن محلول ۰/۲ ± ۷ میلی گرم در لیتر بود.



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

**جدول شماره ۱: ترکیب و آنالیز تقریبی جیره های غذایی مورد استفاده (بر حسب درصد)**
**Table 1: Ingredient, Approximate composition and analysis of experimental diet (%).**

| ترکیبات غذایی (٪) | درصد کنجاله کانولا | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | $CM_{۱۰}$ | $CM_{۲۰}$ | $CM_{۳۰}$ | $CM_{۴۰}$ |
| آرد ماهی[۱] | ۵۰ | ۴۵ | ۴۰ | ۳۵ | ۳۰ |
| کنجاله کانولا[۲] | 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 مواد معدنی[۳] | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ |
| مخلوط ویتامینه[۴] | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ |
| سلولز | ۹ | ۷ | ۶ | ۴ | ۰ |
| **مجموع** | **۱۰۰** | **۱۰۰** | **۱۰۰** | **۱۰۰** | **۱۰۰** |
| 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 |
| NFE | ۲۰/۲۴ | ۲۰/۳۹ | ۲۳/۵ | ۲۵/۴۳ | ۲۵/۲۳ |
| انرژی ناخالص[۵] | ۱۸/۴۱ | ۱۸/۵۳ | ۱۸/۲۶ | ۱۸/۵۲ | ۱۸/۹۲ |
| گلوکوسینولات[۶] | 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 ۱۰۰۰ گرم 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 کلراید (۱۰۰ گرم).

[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 پنتتونات، 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 هرگرم 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.



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

زیست سنجی ماهیان در طول دوره هر دو هفته یکبار (پس از قطع غذای ۲۴ ساعته)، با دقت ۰/۱ گرم برای وزن و ۱ میلی‌متر برای طول کل بصورت انفرادی (بیهوشی ماهیان با پودر گل میخک (*Syzygium aromaticam*) به مقدار $mgL^{-1}$ ۳۰۰ قبل از بیومتری انجام شد (Mohseni *et al.*, 2014). وزن نهایی بدن (FBW)[1]، وزن کسب شده (WG)[2]، نرخ رشد ویژه (SGR)[3]، ضریب تبدیل غذایی (FCR)[4]، نرخ بازده پروتئین (PER)[5]، ضریب چاقی (CF)[6]، شاخص‌های کبدی (HSI)[7] و شاخص احشایی (VSI)[8] محاسبه گردید. در انتهای دوره آزمایش ۳ عدد بچه ماهی بصورت تصادفی از هر تانک جهت اندازه‌گیری برخی پارامترهای هماتولوژیک شامل تعداد گلبول‌های سفید (WBC)[9] و قرمز (Houston, 1990) و هماتوکریت (Řehulka, 2000) و هورمون‌های تیروئیدی صید شدند. حدود ۲ mL خون از شریان دمی هر نمونه ماهی با استفاده از سرنگ هپارینه ۲ mL گرفته شد. از هر نمونه خون ۱ mL جهت جداسازی پلاسما برای آنالیزهای سطح هورمون‌های تیروئیدی به لوله آزمایش انتقال داده شد و بقیه نمونه خون به میکروتیوپ اپندورف جهت شمارش یاخته‌های خونی منتقل شد. پلاسمای خون با استفاده از سانتریفیوژ با دور ۱۳۰۰ g و به مدت ۱۰ دقیقه جدا و پس از انتقال به میکروتیوپ اپندورف برای آنالیز هورمون‌های تیروئیدی (تری‌یدوتیرونین و تیروکسین) به فریزر ۸۰- منتقل شد. از طرف دیگر، سایر نمونه‌های خون جدا شده به منظور تعیین فاکتورهای خون‌شناسی بلافاصله به آزمایشگاه جهت انجام CBC منتقل شد. سطح هورمون تیروئیدی ($T_3$ و $T_4$) پلاسما با استفاده از کیت تجاری شرکت ایدال (تهران، ایران) با روش رادیوایمینواسی Radioimmunoassay سنجیده شد. برای سنجش این هورمون ۲۰ µl از محلول‌های استاندارد پلاسما کنترل و نمونه مورد نظر به لوله آزمایش حاوی آنتی بادی اضافه شد. سپس ۵۰۰ µl $T_4$ و ۲۰۰ µl $T_3$ نشان‌دار شده به هر لوله اضافه گردید و برای ۱۵ ثانیه تکان داده شد تا محتویات لوله‌ها خوب مخلوط شوند. بعد از این مرحله لوله‌ها پوشانده شدند و برای مدت یک ساعت در دمای اتاق (۲۵- ۱۸ سانتی‌گراد) روی shaker (۴۰۰g) انکوبه شدند. بعد از یک ساعت میزان پرتودهی حاصل از اتصال هورمون $T_4$ نشان‌دار شده با آنتی بادی توسط دستگاه گاما کانتر تعیین و غلظت هورمون غیر نشان‌دار با واحد $ngml^{-1}$ بر اساس آن و به کمک منحنی استاندارد محاسبه گردید (Omeljaniuk *et al.*, 1984).

پس از پایان هفته دهم تغذیه ماهیان با جیره غذایی حاوی ۱ درصد اکسید کروم به میزان ۵-۳ درصد وزن بدن به مدت ۴-۳ هفته دیگر با توجه به مقادیر کمی مدفوع ادامه یافت. جهت تخلیه شکمی ماهیان هر دو روز یکبار اقدام به صید ۱۰-۵ ماهی شد. ابتدا بوسیله پودرگل میخک بیهوش شدند و سپس محتویات محوطه شکمی با مالش قسمت شکمی (Stripping) ماهیان تخلیه شد. نمونه‌های مدفوع از ماهیان در تیوپ‌های سرپوشیده نگهداری و جهت آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. قابلیت هضم واقعی ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام با استفاده از فرمولهای ذیل تعیین گردید (Menghe *et al.*, 2013).

$$\text{قابلیت هضم ظاهری ماده خشک (\%)} = 100 - \left[\frac{\text{میزان درصد اکسید کرومیک در جیره غذایی}}{\text{میزان اکسید کرومیک مدفوع}}\right]$$

$$\text{قابلیت هضم ظاهری ماده مغذی (\%)} = 100 - \left[\frac{\text{ماده مغذی مدفوع به درصد}}{\text{ماده مغذی جیره غذایی به درصد}} \times \frac{\text{میزان درصد اکسید کرومیک در جیره غذایی}}{\text{میزان اکسید کرومیک مدفوع}} \times 100\right]$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (version 16.0) مورد بررسی قرار گرفت. نرمال بودن داده‌ها با آزمون One sample kolmogorov-Smirnov و همگنی داده‌ها با آزمون Leven استفاده شد. سپس وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها با

[1] Final Body Weight
[2] Weight gain
[3] Specific growth rate
[4] Food Conversion Ratio
[5] Protein efficiency ratio
[6] Condition Factor
[7] Hepatosomatic index
[8] Visceral somatic index
[9] White blood cells



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای Duncan ارزیابی شد. سطح معنی‌دار بودن در این بررسی ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## نتایج

هیچ علائم حاکی از عفونت یا مرگ و میر طی آزمایش دیده نشد. عملکرد رشد ماهیان با جیره حاوی سطوح مختلف کنجاله کانولا به مدت ۱۰ هفته در جدول ۲ آمده است. در مطالعه حاضر، بالاترین مقادیر متوسط وزن نهایی بدن، وزن کسب شده، نرخ رشد ویژه و نرخ کارایی پروتئین در ماهیان تغذیه شده با تیمارهای شاهد، $CM_{۱۰}$. و $CM_{۲۰}$. ملاحظه شد که با ماهیان تغذیه شده تیمار $CM_{۴۰}$. دارای اختلاف معنی دار آماری بود ($p<۰/۰۵$). همچنین تفاوت معنی‌دار آماری در بین ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد، $CM_{۱۰}$. و $CM_{۲۰}$. و $CM_{۳۰}$. در مقادیر شاخص های فوق الذکر مشاهده نشد. پایین‌ترین نرخ رشد ویژه در ماهیان تغذیه شده با جیره $CM_{۴۰}$. کنجاله کانولا، معادل ۲/۲۲ درصد و بهترین حالت در تیمار $CM_{۱۰}$. کنجاله کانولا و معادل ۲/۴۹ درصد مشاهده شد. مناسبترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار شاهد و تیمارهای $CM_{۱۰}$. و $CM_{۲۰}$. ملاحظه شد، در حالیکه بیشترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار $CM_{۴۰}$. مشاهده که فاقد اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار $CM_{۳۰}$. بود. بازماندگی ماهیان تحت تاثیر تیمارهای غذایی قرار نگرفت. در پایان دوره پرورش، شاخص‌های کبدی و احشایی ماهیان اندازه‌گیری شد، ولی هیچگونه اختلاف معنی‌دار آماری در ماهیان تغذیه شده با تیمارهای مختلف غذایی ملاحظه نشد ($p>۰/۰۵$). همچنین جایگزینی سطوح مختلف کنجاله کانولا با آرد ماهی باعث تغییر معنی‌داری در طول کل، ضریب چاقی و میزان بازماندگی در بین تیمارها نشد. تاثیر جایگزینی آرد ماهی با کنجاله کانولا بر روی پارامترهای خون بچه تاسماهیان سیبری در جدول ۳ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌دار آماری در تعداد RBC و WBC بین تیمارهای مختلف تغذیه شده با سطوح مختلف کنجاله کانولا مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

میزان Hct و Hb در بین تیمارهای غذایی با سطوح مختلف کنجاله کانولا اختلاف معنی‌داری نداشت. با جایگزینی سطوح مختلف کنجاله کانولا به جای آرد ماهی میزان سطح نوتروفیل افزایش یافت، بطوریکه کمترین میزان نوتروفیل در تیمار شاهد مشاهده شد که به استثنای ماهیان تغذیه شده با تیمار $CM_{۲۰}$. ، با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی دار آماری بود.

بیشترین مقدار لنفوسیت در تیمار شاهد و کمترین مقدار در تیمار $CM_{۱۰}$. ملاحظه شد ($p<۰/۰۵$). هر چند اختلاف معنی‌دار آماری در تعداد لنفوسیت بین ماهیان تغذیه شده با تیمار شاهد، $CM_{۲۰}$. و$CM_{۳۰}$. ، بین تیمار $CM_{۱۰}$. ، $CM_{۲۰}$.، $CM_{۳۰}$. و $CM_{۴۰}$. مشاهده نشد. همچنین در میزان مقادیر متوسط مونوسیت و ائوزینوفیل در بین تیمارهای مختلف غذایی با سطوح مختلف کنجاله کانولا اختلاف معنی‌داری ملاحظه نشد ($p>۰/۰۵$).

تغییرات هورمون‌های تیروئیدی ماهیان در تیمارهای غذایی با سطوح مختلف کنجاله کانولا در جدول ۴ نشان داده شده است. با افزایش سطوح مختلف کنجاله کانولا در تیمارهای غذایی مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح هورمون $T_3$ مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). کمترین میزان هورمون $T_4$ در تیمار$CM_{۴۰}$. مشاهده شد که با ماهیان تغذیه شده با تیمار شاهد، $CM_{۱۰}$. و $CM_{۳۰}$. دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود ($P\leq ۰/۰۵$) . همچنین اختلاف معنی‌دار آماری در نسبت $T_3$:$T_4$ در تیمارهای غذایی با سطوح مختلف کنجاله کانولا نسبت به تیمار شاهد مشاهده نشد.

مقادیر متوسط قابلیت هضم ظاهری پروتئین، چربی و ماده خشک تاسماهی سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف کنجاله کلزا در جدول ۵ نشان داده شده است. قابلیت هضم ظاهری پروتئین در ماهیانی که از جیره شاهد تغذیه کرده بودند بطور معنی داری از ماهیانی که از جیره‌های $CM_{۳۰}$. و $CM_{۴۰}$. تغذیه کرده بودند، بالاتر بود. هیچ تفاوت معنی داری در قابلیت هضم ظاهری پروتئین در ماهیان تغذیه شده با جیره تیمار شاهد، $CM_{۱۰}$. و $CM_{۲۰}$. تغذیه کرده بودند ملاحظه نشد ($p>۰/۰۵$).



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

**جدول ۲: شاخص‌های رشد و بقا در بچه تاسماهی سیبری (*A. baerii*) تغذیه شده با سطوح مختلف کنجاله کانولا در پایان دوره پرورش (میانگین ± انحراف معیار3 =n)**

**Table 2: Growth performance and survival rate of Siberian sturgeon fed with different levels of Canola meals (mean ±SD, n=3)**

| شاخص‌های رشد | درصد کنجاله کانولا | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | $C_{۱۰}$ | $C_{۲۰}$ | $C_{۳۰}$ | $C_{۴۰}$ |
| وزن اولیه (گرم) | ۲۳/۲۷ ± ۰/۴۵ | ۲۲/۶۷ ± ۰/۲۲ | ۲۲/۳۴ ± ۰/۵۵ | ۲۲/۷۰ ± ۰/۴۶ | ۲۲/۸۵ ± ۰/۵۸ |
| 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 | ۲/۲۷ ± ۰/۱۷ | ۲/۴۹ ± ۰/۱۲ | ۲/۴۳ ± ۰/۵۱ | ۲/۴۲ ± ۰/۵۰ |
| شاخص احشایی (درصد) | ۹/۰۴ ± ۱/۱۴ | ۹/۸۲ ± ۰/۶۲ | ۹/۵۵ ± ۱/۴۷ | ۱۰/۳۸ ± ۲/۷۹ | ۱۰/۷۰ ± ۱/۲۲ |
| 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 می باشد.

[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 ۳: شاخص‌های خونی در بچه تاسماهی سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف کنجاله کانولا پس از ۷۰ روز پرورش (n=۳، میانگین ±انحراف معیار)**

**Table 3: Hematological indecas of Siberian sturgeon fed with different levels of Canola meals after 70 days (mean ±SD, n=3)**

| شاخص‌های هماتولوژیک | درصد کنجاله کانولا | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | $C_{۱۰}$ | $C_{۲۰}$ | $C_{۳۰}$ | $C_{۴۰}$ |
| هماتوکریت (درصد) | ۲۵/۲ ± ۰/۵۰ | ۲۷/۶ ± ۰/۴۰ | ۲۶/۴ ± ۰/۸۰ | ۲۷/۰ ± ۱/۱۵ | ۲۷/۴ ± ۱/۱۲ |
| هموگلوبین (گرم بر دسی لیتر) | ۵/۱۸ ± ۰/۱۵ | ۵/۶۳ ± ۰/۰۸ | ۵/۴۹ ± ۰/۱۶ | ۵/۵۳ ±۰/۲۱ | ۵/۵۱ ± ۰/۲۱ |
| تعداد گلبول قرمز ($\times۱۰^{۳}$ / $mm^{۳}$) | ۴۷۳/۰ ۱۶±/۷ | ۵۱۲/۰ ۱۱±/۸ | ۴۹۹/۲ ± ۱۶/۶ | ۵۰۱/۱ ۱۹±/۸ | ۵۱۴/۴ ± ۱۹/۲ |
| تعداد گلبول سفید($mm^{۳}$) | ۷۳۶۶/۷۰ ± ۲۶۶/۷ | ۷۸۸۸/۹ ۸۵۲±/۱ | ۷۱۵۵/۶۰ ± ۲۸۸/۹ | ۷۸۵۵/۶۰ ± ۶۱۸/۶ | ۸۲۶۶/۷ ۲۴۱±/۱ |
| لنفوسیت (درصد) | ۷۵/۳۳ ± ۰/۰۰$^{a}$ | ۷۰/۱۱ ± ۰/۹۵$^{b}$ | ۷۳/۵۵ ± ۰/۹۵$^{ab}$ | ۷۲/۱۱ ± ۱/۴۵$^{ab}$ | ۷۰/۹۹ ± ۰/۵۱$^{b}$ |
| نوتروفیل (درصد) | ۲۰/۵۰ ± ۰/۵۰$^{c}$ | ۲۴/۹۹ ± ۰/۸۳$^{a}$ | ۲۱/۹۹ ± ۰/۵۰$^{bc}$ | ۲۳/۶۶ ± ۰/۶۶$^{ab}$ | ۲۴/۱۰ ± ۰/۳۹$^{ab}$ |
| منوسیت (درصد) | ۳/۴۹ ± ۰/۱۶ | ۴/۴۴ ± ۰/۱۱ | ۳/۵۵ ± ۰/۶۱ | ۳/۶۶ ± ۰/۶۶ | ۴/۳۳ ± ۰/۵۰ |
| ائوزینوفیل (درصد) | ۰/۶۶ ± ۰/۴۷ | ۰/۳۳ ± ۰/۳۳ | ۰/۶۶ ± ۰/۳۳ | ۰/۵۵ ± ۰/۳۹ | ۰/۵۵ ± ۰/۳۹ |

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

هیچگونه تفاوت معنی‌دار آماری در مقادیر متوسط قابلیت هضم ظاهری چربی ماهیان تغذیه شده با تیمارهای مورد بررسی مشاهده نشد، به استثنای قابلیت هضم ظاهری چربی ماهیان جیره $CM_{۴۰}$ که بطور معنی داری پایین‌تر از سایر تیمارها بود. قابلیت هضم ظاهری ماده خشک از تیمارهای مختلف غذایی تاثیر نپذیرفته بود.



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

**جدول ۴: سطح هورمون‌های تیروئیدی در بچه تاسماهی سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف کنجاله کانولا پس از ۷۰ روز پرورش ( n=۳، میانگین ± انحراف معیار)**

**Table 4: Plasma thyroid hormone status of Siberian sturgeon fed with different levels of Canola meals after 70 days (mean ±SD, n=3)**

| سطح هورمون | جیره های آزمایشی | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| تیروئیدی | شاهد | $CM_{۱۰}$ | $CM_{۲۰}$ | $CM_{۳۰}$ | $CM_{۴۰}$ |
| $T_3$ (نانوگرم/ میلی‌لیتر) | ۱/۹۰ ± ۰/۳۳ | ۱/۷۴ ±۰/۵۹ | ۱/۳۴ ± ۰/۳۱ | ۱/۷۹ ± ۰/۱۵ | ۱/۳۶ ± ۰/۰۷ |
| $T_4$ (نانوگرم/ میلی‌لیتر) | ۱۴/۵۰ ± ۰/۵۰$^{a}$ | ۱۴/۳۳ ± ۰/۳۳$^{a}$ | ۱۲/۵۹ ± ۰/۳۰$^{bc}$ | ۱۳/۵۳ ± ۰/۵۶$^{ab}$ | ۱۱/۸۳ ± ۰/۱۶$^{c}$ |
| $T_3$:$T_4$ | ۰/۱۱ ± ۰/۰۲ | ۰/۱۱ ± ۰/۰۲ | ۰/۱۱ ± ۰/۰۲ | ۰/۱۳ ± ۰/۰۱ | ۰/۱۱ ± ۰/۰۱ |

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

**جدول ۵: قابلیت هضم ظاهری پروتئین، چربی و ماده خشک بچه تاسماهی سیبری مورد مطالعه در تیمارهای مختلف غذایی**

**Table 5: Apparent digestibility of protein, lipid and dry matter of Siberian sturgeon fed with Experimental diets.**

| شاخص‌ها (درصد) | جیره های آزمایشی | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | $CM_{۱۰}$ | $CM_{۲۰}$ | $CM_{۳۰}$ | $CM_{۴۰}$ |
| قابلیت هضم ظاهری پروتئین | ۹۲/۷±۱/۶۷$^{a}$ | ۹۰/۵±۰/۱۴$^{ab}$ | ۹۰/۳±۱/۱۱$^{ab}$ | ۸۷/۹±۰/۹۳$^{bc}$ | ۸۴/۷±۱/۹۳$^{c}$ |
| قابلیت هضم ظاهری چربی | ۸۸/۴±۱/۰۴$^{a}$ | ۸۶/۷±۰/۸۹$^{a}$ | ۸۵/۱±۱/۵۳$^{a}$ | ۸۶/۳±۱/۳۴$^{a}$ | ۸۱/۶±۲/۶۳$^{b}$ |
| قابلیت هضم ظاهری ماده خشک | ۹۲/۳۶±۱/۶۷ | ۹۳/۲±۱/۱۱ | ۹۳/۶±۰/۵۱ | ۹۳/۴±۱/۰۷ | ۹۳/۱±۱/۲۸ |

حروف متفاوت در هر ردیف نشاندهنده ی وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهاست

## بحث

در مطالعه حاضر، جایگزینی کنجاله کانولا به میزان تا ۲۰ درصد بعنوان منبع پروتئین گیاهی با پودر ماهی در جیره تاس ماهی سیبری هیچگونه تاثیر منفی بر کارایی رشد و تغذیه از جمله وزن نهایی بدن، وزن کسب شده، شاخص رشد ویژه، ضریب تبدیل غذا و میزان کارایی پروتئین نداشت. می‌توان اذعان نمود سطوح بهینه کنجاله کانولا می‌تواند، کمبود هیستیدین و تریپتوفان آرد ماهی را جبران کند، بطوریکه این دو ماده غذایی بخوبی یکدیگر را کامل می‌نمایند. نتایج مطالعات Przybyl و همکاران (۲۰۰۶)، در خصوص جایگزینی آرد ماهی با منابع پروتئین گیاهی (کنجاله کانولا و کنسانتره سویا) در جیره غذایی تاس ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) نشان داد که می‌توان تا ۵۰ درصد از پروتئین مورد نیاز جیره را از منابع پروتئین گیاهی تامین نمود. Burel و همکاران (۲۰۰۱) و Shafaeipour و همکاران (۲۰۰۸)، 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 صورتیکه افزایش آن به میزان ۵۰ درصد باعث ایجاد تاثیر منفی در روند رشد گردید که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

در پژوهش حاضر، جایگزینی کنجاله کانولا در سطوح بالای ۳۰ درصد منجر به کاهش روند رشد و کارایی غذا گردید، کاهش غذای مصرفی و روند رشد ماهیان تغذیه شده با تیمار $CM_{۴۰}$ بدلیل وجود ترکیبات ضد مغذی از جمله تانن، ساپونین و گلوکوسینولات باشد. ساپونین و تانن می‌توانند خوش خوراکی و مصرف غذا را به واسطه طعم تلخی که ایجاد می‌کنند، کاهش دهند (Francis *et al*., 2001). همچنین طبق گزارش Higgs و همکاران (۱۹۹۵)، استفاده از سطوح بالای کنجاله کانولا به دلیل



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

وجود فیبر و فیتات باعث کاهش خوش خوراکی، کاهش قابلیت هضم مواد مغذی جیره و افزایش ضریب تبدیل غذایی می‌شود. آنان تا ۳۰ درصد کنجاله کانولا (حاوی ۱۰/۱۱ میکرومول گلوکوسینولات بر گرم ماده خشک) به جای پودر ماهی را در قزل آلا پیشنهاد نمودند. می‌توان بیان نمود تکمیل جیره با منابع پروتئینی متغیر و مناسب، الگوی اسیدهای آمینه جیره را بهبود می‌بخشد. برخلاف تحقیق Burel و همکاران (۲۰۰۱)، که اظهار داشتند مصرف کنجاله کانولا به دلیل وجود گلوکوسینولات باعث کاهش مصرف اختیاری غذا می‌شود؛ ولی میزان کم این ماده ضد تغذیه‌ای بر میزان مصرف خوراک تاثیر چندانی نگذاشته است و به عبارتی دیگر احتمالا می‌توان بیان نمود، تاثیر میزان گلوکوسینولات موجود در کانولا بر عملکرد رشد و میزان مصرف غذا در جیره تاس ماهی سیبری توسط فعالیت آنزیم دیودیناز جبران شده است.

شاخص‌های کبدی و احشایی در بین تیمارهای مختلف در مطالعه حاضر، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که با نتایج Yigit و همکاران (۲۰۱۲)، در قزل‌آلای رنگین کمان مطابقت داشت.

در تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری در مقادیر هماتوکریت، هموگلوبین، تعداد گلبول سفید، تعداد گلبول قرمز مشاهده نشد. شاخص‌های خونی بعنوان شاخص سلامتی ماهی هستند و می‌تواند تحت تاثیر رژیم غذایی (Ferguson *et al*., 2010)، گونه، اندازه، سن، وضعیت فیزیولوژیک و شرایط محیطی قرار گیرد (Osuigwe *et al*., 2005). نتایج Hosseini و Khajepour (۲۰۱۲)، نشان دادند که جایگزینی آرد ماهی با کنجاله سویا در فیل‌ماهی تاثیری بر روی تعداد گلبول‌های سفید، تعداد گلبول‌های قرمز، مقادیر MCV، MCH و MCHC ندارد، ولی هماتوکریت و هموگلوبین بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد. همچنین Jahanbakhshi و همکاران (۲۰۱۲)، نشان دادند که جایگزینی آرد ماهی با کنجاله سویا در فیل‌ماهی تاثیری بر روی شاخص‌های هماتوکریت، تعداد گلبول‌های سفید و قرمز ندارد، ولی هموگلوبین کاهش می‌یابد.

درصد افتراقی گلبول‌های سفید نشان داد که جایگزینی کنجاله کانولا باعث تغییر در سطح نوتروفیل و لنفوسیت می‌شود، ولی در سطح مونوسیت و ائوزینوفیل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، با این وجود رابطه مشخصی بین جایگزینی منابع پروتئینی بعنوان جایگزین آرد ماهی و پارامترهای هماتولوژیک ماهیان پرورشی وجود ندارد.

در بررسی حاضر، سطح $T_3$ پلاسمای خون ماهیان با افزایش سطح کنجاله کانولا در جیره غذایی از روند کاهشی برخوردار بود. همچنین کمترین میزان هورمون $T_4$ در تیمار $CM_{۴۰}$ مشاهده شد که با مابقی تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود. نتایج یافته های علمی حاکی از آن است که، ارتباط نزدیک بین سطح هورمون‌های تیروئیدی و رشد، احتمالاً به دلیل تاثیر آن در سوخت و ساز بدن می‌باشد. مقدار مشخصی از $T_3$ برای حفظ حالت عادی بدن لازم است، کاهش آن به زیر سطح آستانه، بدلیل کاهش مصرف غذا و کاهش سطح دسترسی زیستی به فسفر، نیتروژن و انرژی جیره روند رشد را کاهش می دهد (Burel *et al*., 2001). علت آن طبق تحقیقات Burel و همکاران (۲۰۰۰)، می‌تواند مربوط به نقش آنزیم دیودیناز باشد که باعث تنظیم سطح $T_3$ پلاسما در ماهیان تغذیه شده از کنجاله کانولا می‌شود. این آنزیم در کبد و کلیه ساخته می‌شود و به صورت یک مکانیسم جبرانی عمل می‌کند. Burel و همکاران (۲۰۰۱)، مشاهده کردند که فعالیت آنزیم دیودیناز، هفت روز پس از تغذیه با سطوح مختلف کنجاله کانولا به منظور جبران سطح $T_3$ افزایش می‌یابد. دیودیناز یک آنزیم غیر معمول سلنیم‌دار است و در متابولیسم ید نقش دارد و با حذف یک اتم ید از آخرین حلقه کربن تیروزین، باعث تبدیل $T_4$ به $T_3$ می‌شود.

صفری و همکاران (۱۳۸۵)، نشان دادند که جایگزینی کنجاله کانولا تا ۵۰ درصد باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در سطح هورمون‌های $T_3$ پلاسما در ماهی قزل آلای رنگین کمان نشد، ولی در سطح ۴۰ درصد مقادیر $T_4$ کاهش یافت. Glencross و همکاران (۲۰۰۳)، گزارش کردند که سطح هورمون‌های $T_3$ و $T_4$ موجود در پلاسمای خون در ماهی باس دریایی (Lateolabrax Japonicus) تغذیه



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

شده با سطح ۳۰ درصد کنجاله کانولا نسبت به تیمار شاهد تغییر نکرد. Shafaeipour و همکاران (۲۰۰۸)، نشان دادند که سطح $T_3$ پلاسمای ماهیان تغذیه شده با جیره‌های دارای کنجاله کانولا، در پایان هفته شانزدهم (بعد از ۱۱۶ روز)، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. ولی سطح $T_4$ پلاسما ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی کنجاله کانولا بعد از ۱۶ هفته نسبت به تیمار شاهد، افزایش معنی‌داری می‌یابد. نتایج آزمایش کنونی نشان داد که حداکثر میزان گلوکوسینولاتی که می‌تواند بدون ایجاد اختلال در عملکرد تیروئید در جیره تاس ماهی سیبری وجود داشته باشد، ۳/۰۳ میکرومول بر گرم می‌باشد. که این مقدار در آزمایش صفری و همکاران (۱۳۸۵) برای ماهی قزل آلای رنگین کمان ۲/۵ میکرومول بر گرم و در آزمایش Burel و همکاران (؟؟؟) ۳/۷ میکرومول بر گرم گزارش شده بود.

در مطالعه حاضر، قابلیت هضم ظاهری پروتئین در ماهیانی که از جیره تیمار شاهد، $CM_{۱۰}$ و $CM_{۲۰}$ تغذیه کرده بودند بطور معنی‌داری از ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی $CM_{۴۰}$، بالاتر بود که دلالت بر هضم و جذب مناسب غذا در سطوح بهینه کنجاله کانولا می‌باشد. نتایج یافته‌های محسنی و همکاران (۱۳۹۵)، در فیل‌ماهی پرورشی نشان داد، کاهش هضم پذیری پروتئین باعث کاهش دسترسی ماهی به اسیدهای آمینه ضروری غذا در نتیجه کاهش روند رشد و کارایی غذا گردد.

همچنین قابلیت هضم ظاهری چربی ماهیان تغذیه شده با تیمار $CM_{۴۰}$ بطور معنی داری پائین‌تر از سایر تیمارها بود، این امر احتمالا بدلیل وجود مقادیر زیاد فیبر با قابلیت هضم پائین در کنجاله کانولا می‌باشد. در مطالعه Chang و همکاران (۲۰۱۰)، بر روی ماهی باس دریایی ژاپنی (*Lateolabrax japonicus*) کاهش هضم پذیری یکی از دلایل کاهش رشد گزارش شد. در این مطالعه قابلیت هضم ظاهری پروتئین، چربی و فسفر در ماهیانی که از جیره حاوی کانولا تغذیه کرده بودند به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش پیدا کرد. از عوامل کاهش هضم پذیری وجود فیبر در کانولا می‌باشد. ماهیان نمی‌توانند آنزیم سلولاز را ترشح کنند، بنابراین افزایش سطح فیبر می‌تواند جذب مواد مغذی را کاهش دهد (Mwachireya *et al.*, 1999). مطالعات نشان می‌دهد که ساپونین و تانن می‌توانند باعث کاهش هضم پذیری پروتئین و طعم و مزه غذا شوند (Slawski *et al.*, 2013). همچنین مطالعات Chang و همکاران (۲۰۱۰)، نشان داد کاهش رشد می‌تواند مرتبط با کاهش جذب فسفر در جیره غذایی باشد.

در مجموع با توجه به نتایج مطالعه حاضر، محدودیت های آشکار ناشی از وجود عوامل مختلف ضد تغذیه‌ایی (فیبر، گلوکوزینولات و ...) احتمالا کاهش خوش خوراکی جیره (بدلیل وجود ساپونین و تانن) در استفاده از کنجاله کانولا بعنوان یک ترکیب در رژیم غذایی تاس ماهی سیبری وجود دارد. با توجه به نتایج پژوهش اخیر، می‌توان تا ۲۰ درصد جایگزینی کنجاله کانولا در جیره غذایی تاس ماهی سیبری، بدون تاثیر منفی بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، شاخص های خونی و سطح هورمون تیروئیدی جایگزین پودر ماهی نمود. بدیهی است که نتایج این آزمایش در راستای کاهش قیمت تمام شده جیره و افزایش سود خالص در بخش آبزی پروری با توجه به روند بسیار سریع توسعه کشت کانولا و حجم بالای تولید آن در کارخانجات روغن کشی در آینده ای نزدیک، تا حد زیادی هزینه تولید را بدون تاثیر منفی در عملکرد ماهی کاهش دهد، به شرطی که در انتخاب نوع کنجاله کانولا دقت لازم انجام شود.

## تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر در قالب طرح مصوب شورای تحقیقات و فناوری استان گیلان– شهرستان رشت (با حمایت مالی استانداری استان گیلان) با عنوان "بهینه سازی جیره غذایی با هدف افزایش شاخص‌های رشد، بهبود کارایی تغذیه و ارتقای سیستم ایمنی تاسماهیان پرورشی (فاز اول: فیل‌ماهی و تاسماهی سیبری)" با شماره مصوب: ۴-۳۲-۳۲-۹۴۱۰۴ در مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر انجام گردید. نگارندگان کمال تشکر را از کلیه همکارانی که در اجرای این پروژه دست



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

یاری دادند، با کمکها و زحمات بی دریغشان پشتیبان ما بودند، ابراز می‌دارند.

## منابع


**صفری، ا.، بلداجی، ف. و حاجی مرادلو، ع. ا.، ۱۳۸۵.** تاثیر گلوکوسینولات موجود در جیره‌های حاوی کنجاله کانولا بر سرم خونی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، ۷۳: ۱۷۶-۱۶۹.

**محسنی، م.، پورکاظمی، م.، سید حسنی، م. و پورعلی، م.، ۱۳۹۵.** اثر مکمل متیونین و لایزین بر روند رشد، کارایی غذا، قابلیت هضم و ترکیب بدن فیل ماهی پرورشی (*Huso huso*) تغذیه شده با جیره محتوی پروتئین سویا. مجله علمی شیلات ایران، ۱: ۱۳۴-۱۱۹.

**Bell, J., 1993**. Factor s affecting the nutritional value of canola meal: a review. Canadian Journal of Animal Science, 73(4): 689-697. DOI:10.4141/cjas93-075.

**Bronzi, P., Rosental, H. and Gessner, J., 2011.** Global sturgeon aquaculture production: an overview. Journal of Applied Ichthyology, 27(2): 169-175. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2011.01757

**Burel, C., Boujard, T., Tulli F. and Kaushik, S.J., 2000.** Digestibility of extruded peas, extruded lupin, and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture, 188 (3): 285-298. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00337-9

**Buchman, J., Sarac, H.Z., Poppi, D. and Cowan, R.T., 1997.** Effects of enzyme addition to canola meal in prawn diets. Aquaculture, 151: 29-35.DOI:10.1016/S0044-8486(96)01478-0

**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.DOI:10.1006/gcen.2001.7723

**Chang, Q., Liang, M.Q. and Wang J.L. 2010.** Apparent digestibility coefficients of various feed ingredients for Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*). Acta Hydrobiologica Sinica 29(2):172-176.

**Enami, H., 2011.** A review of using canola/rapeseed meal in aquaculture feeding. Journal of Fisheries and Aquatic Science, 6: 22-36. DOI: 10.3923/jfas.2011.22.36.

**Ferguson, R., Merrifield, D.L., Harper, G.M., Rawling, M.D., Mustafa, S., Picchietti, S., Balcázer, J.L. and Davies, S.J., 2010.** The effect of Pediococcus acidilactici on the gut microbiota and immune status of on-growing red tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Applied Microbiology, 109(3): 851-862. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2010.04713.

**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. DOI:10.1016/S0044-8486(01)00526-9.

**Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, A. and Nelson, R., 2007.** Expanding the




[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. Aquaculture Research, 38(6): 551-579. DOI:10.1111/j.1365-2109.2007.01704.

**Glencross, B.D., Hawkins, W.E. and Curnow, J.C., 2003.** Nutritional assessment 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 (P*a*grus *auratus*, Paulin). Aquaculture Research, 35: 15–24. DOI:10.1111/j.1365-2109.2004.00975.

**Gruhn, K. and Zender, R., 1989.** Coparision of digestibility of crude nutrients and amino acids from rapeseed oil meal and expeller of varios oigins in colotomised laying hens. Arch. Animal Nutrition, 39: 911-920. DOI:10.5713/ajas.17.0344.

**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. DOI: 10.1300/5892_13

**Hosseini, S.A. and Khajepour, F., 2012.** Effect of partial replacement of dietary fishmeal with soybean meal on some hematological and serum biochemical parameters of juvenile beluga, *Huso huso*. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 12(2): 348-356. DOI:10.1111/are.12040 .

**Houston, A.H., 1990.** Blood and circulation. In: Schreck, C. B., Moyle, P. B., (Eds.) Methods for Fish Biology. American Fisheries Society. Bethesda. MD. pp, 273-334.

**Jahanbakhshi, A., Imanpoor, M.R., Taghizadeh, V. and Shabani, A., 2012.** Hematological and serum biochemical indices changes induced by replacing fish meal with plant protein (sesame oil cake and corn gluten) in the Great sturgeon (*Huso huso*). Comparative Clinical Pathology, 22(6): 1087-1092.DOI: 10.1007/s00580-012-1532-4.

**McCurdy, S., and March, B., 1992.** Processing of canola meal for incorporation in trout and salmon diets. Journal of the American Oil Chemists Society, 69(3): 213-220.

**Menghe, L., Oberla, D., Penelope, L. 2013.** Apparent digestibility of alternative plant-protein feedstuffs for channel catfish, Ictalurus punctatus (Rafinesque). Aquaculture Research 44(2). 26-33. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2011.03035.x

**Mohseni, M., Pourali, H.R., Kazemi, R. and Bai, Sunhchal C., 2014.** Evaluation of the optimum dietary protein level for the maximum growth of juvenile beluga (*Huso huso* L. 1758). Aquaculture Research, 45: 1832–1841.DOI:10.1111/are.12134

**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. DOI:10.1046/j.1365-2095.1999.00089



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

**Omeljaniuk, R., Cook, R. and Eales, J., 1984.** Simultaneous measurement of thyroxine and triiodothyronine in trout plasma using a solid-phase radioimmunoassay. Canadian Journal of Zoology, 62(8): 1451-1453.DOI:10.1139/z04-099.

**Osuigwe, D., Obiekezie, A. and Onuoha, G., 2005.** Some haematological changes in hybrid catfish (Heterobranchus longifilis × Clarias gariepinus) fed different dietary levels of raw and boiled jackbean (*Canavalia ensiformis*) seed meal. African Journal of Biotechnology, 4(9).DOI:10.1155/2013/492613.

**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. DOI:10.1111/j.1365-2109.2009.02461.

**Řehulka, J., 2000.** Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Aquaculture, 190(1): 27-47. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00383-5.

**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.DOI:10.1111/j.1365-2095.2007.00509.

**Slawski, H., Nagel, F., Wysujack, K., Balke, D., Franz, P. and Schulz, C., 2013.** Total fish meal replacement with canola protein isolate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.). Aquaculture Nutrition, 19(4): 535-542. DOI:10.1111/anu.12005.

**Tacon, A.G. and Metian, M., 2008.** Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. Aquaculture, 285(1): 146-158. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.08.015

**Williams, K.C., 2007.** Optimum dietary protein and lipid specifications for juvenile malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). Aquaculture, 267(1): 129-138.
DOI:10.1016/j.aquaculture.2007.03.007
130.

**Williot, P., Arlati, G., Chebanov, M., Gulyas, T., Kasimov, R., Kirschbaum, F., Patriche, N., Pavlovskaya, L.P., Poliakova, L., Pourkazemi, M., Kim, Y., Zhuang, P. and Zholdasova, I., 2002.** Status and management of Eurasian sturgeon: an overview. International Review of Hydrobiology, 87(5): 483-506. Doi/101111/j.1365-2095.2011.00908

**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,



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

18(5): 493-501. DOI: 10.1007/s10695-018-0527-8

**Yigit, N.Ö., 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. DOI:10.3906/vet-1101-705

**Zhu, H., Gong, G., Wang, J., Wu, W., Xue, M., Niu, C., Guo, L. and Yu, Y., 2011.** Replacement of fish meal with blend of rendered animal protein in diets for Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt), results in performance equal to fish meal fed fish. Aquaculture Nutrition, 17: 389-395. DOI:10.1111/j.1365-2095.2010.00773.

**Zhu, X., Xie, S., Lei, W., Cui, Y., Yang, Y. and Wootton, R.J., 2005.** Compensatory growth in the Chinese longsnout catfish, Leiocassis longirostris following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. Aquaculture. 248(1): 307-314. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.03.006.



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

# Replacement of fish meal with canola meal and its effects on growth performance, digestion, indicas hematological and thyroid hormones level of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*)

Mohseni M.[1*], Malekpour M.[2]

[*]mahmoudmohseni73@gmail.com

1- International Sturgeon Research Institute, Agriculture Research and Education Organization (AREEO), Rasht. P.O.Box: 41635 – 3464.
2- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Sowmeh Sara, Iran

[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.5.5.7 ]

[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118084 ]

**Abstract**

This study was conducted to evaluate the effect of replacing dietary fishmeal with canola meal on growth performance, digestion, indicas hematological and thyroid hormones level of Siberian sturgeon (Acipenser baerii). Five isonitrogenous (45%crude protein) and isocaloric (18.53KJg$^{-1}$) were formulated by replacing 0(control), 10 (CM10), 20(CM20), 30(CM30) and 40%(CM40) of fishmeal with canola meal. Fish juveniles with initial weight of 22.80±0.34 g (mean ± SD) in 5 treatments and 3 replications were fed for 10 weeks. At the end of the experiment, growth performance, digestion, hematological parameters and $T_3$ and $T_4$ hormone levels were measured. The results of this study showed that there were significant differences in growth indices, body composition and $T_4$ level of fish fed different diets ($p<0.05$). There were no significant differences in growth performance between control, CM10, CM20 and CM30, but the lowest growth performance were observed in CM40 and there was significant differences in growth performance between CM40 with other treatments. There were no significant difference in growth performance between CM30 and CM40. There were no significant differences in hematological indices between fish fed differences diets. There were no significant differences in $T_3$ level between of fish fed differences diets, but significant differences were observed in $T_4$ level in fish fed different diets. The lowest level of $T_4$ was observed in CM40 and there were significant differences with control, CM10 and CM30. There were no significant differences in $T_4$ level between CM20 with CM30 and CM40,but were significant differences between CM20 with control and CM10. There were no significant differences in $T_3$:$T_4$ ratio between fish fed different diets. The results of the present study showed that 30%fish meal can be replaced by canola meal without negative effect on growth performance, body composition, hematological parameters and thyroid hormone levels of Siberian sturgeon.

**Keywords:** Canola meal, Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*), Digestibility, Thyroid hormones

[*]Corresponding author