

## امکان جایگزینی کنجاله کانولا بجای بخشی از پودر ماهی در تولید جیره غذایی

### تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

محمود محسنی<sup>۱\*</sup>، میر حامد سید حسنی<sup>۱</sup>، محمد ملک پور<sup>۲</sup>

۱- مؤسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران، صندوق پستی ۳۴۶۴-۴۱۶۳۵

۲- دانش آموخته دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان- صومعه سرا

#### چکیده

کانولا نام عمومی وارپته‌های اصلاح نژاد شده کلزا است که مقدار گلوکوزینولات و اوریک اسید آنها کاهش یافته است. در دنیا میزان تولید کنجاله کانولا بعد از کنجاله سویا در مقام دوم قرار دارد. این محصول در میان پروتئین‌های گیاهی بعد از سویا بهترین کیفیت پروتئین و پروفایل اسیدآمینو آن مشابه پودر ماهی است. محققین بسیاری آن را بهترین منبع پروتئین گیاهی از لحاظ پروفایل اسیدآمینو جهت جایگزینی به‌جای پودر ماهی می‌دانند. اما استفاده از کنجاله کانولا به رغم دارا بودن پروفایل اسید آمینو متقارن به پودر ماهی به دلیل کم‌بودن میزان پروتئین (۳۳ تا ۳۸ درصد) و حضور فاکتورهای ضدتغذیه‌ای در آبزیان محدود است. از اصلی‌ترین فاکتورهای ضدتغذیه‌ای می‌توان به فیبر، گلوکوزینولات و فیتات اشاره نمود. سطح بهینه جایگزینی پودر کانولا به‌جای پودر ماهی در آزاد ماهیان ۱۵ درصد اعلام شد. اما با فرآوری‌های و تکنیک‌های ساده‌ای می‌توان میزان جایگزینی آن را در ماهیان خاویاری افزایش داد. با رعایت شیوه‌های نوین جیره‌نویسی، مدیریت تغذیه و پرورش می‌توان مقدار جایگزینی این ماده گیاهی را به‌جای پودر ماهی تا حد قابل توجهی (تا ۲۰ درصد) در جیره غذایی تاسماهی سیبری افزایش داد که علاوه بر کاهش میزان مصرف پودر ماهی می‌تواند از لحاظ اقتصادی نیز برای پرورش‌دهندگان مقرون به‌صرفه باشد. بدیهی است که در راستای کاهش قیمت تمام شده جیره و افزایش سود خالص در بخش آبزی‌پروری با توجه به روند بسیار سریع توسعه کشت کانولا و حجم بالای تولید آن در کارخانجات روغن‌کشی در آینده‌ای نزدیک، تا حد زیادی هزینه تولید بدون تاثیر منفی در عملکرد ماهی کاهش خواهد یافت، به شرطی که در انتخاب نوع کنجاله کانولا و فرآوری‌های لازم دقت لازم انجام شود.

**واژگان کلیدی:** کنجاله کانولا، تاسماهی سیبری، رشد، کارایی غذا، قابلیت هضم

<sup>۱</sup>-نویسنده مسئول : [mahmoudmohseni73@gmail.com](mailto:mahmoudmohseni73@gmail.com)

## مقدمه

خوبی از اسیدآمینه‌های گوگرددار (متیونین و سیستین) است. قابلیت هضم پروتئین خام کلزا ۸۲/۶-۸۱/۹ درصد و ارزش پروتئینی آن برحسب شاخص اسیدآمینه‌های ضروری برابر با پودر ماهی و بالاتر از کنجاله سویا و پنبه دانه است (Enami, 2011). این در حالی است که در سال‌های اخیر کشت کنجاله کانولا و استفاده از آن توسط مزارع آبی‌پروری روند رو به افزایشی در ایران و همچنین کشورهای دیگر نشان داده است. تولید کلزا در ایران در سال ۱۳۹۸ نسبت به سال ۱۳۸۸ حدود ۳۵ برابر رشد و سطح زیر کشت آن حدود ۹۴ درصد افزایش نشان داد که علاوه بر تولید دانه‌های روغنی، کنجاله به دست آمده با کاهش فاکتورهای ضد تغذیه‌ای منبع خوبی جهت تغذیه آبزیان می‌باشد. با رعایت شیوه‌های نوین جیره‌نویسی، رعایت مدیریت تغذیه و پرورش، می‌توان میزان پودر ماهی در جیره غذایی تاسماهی سبیری را ۲۰ درصد و هزینه را ۱۰ درصد کاهش داد.

در حال حاضر اگرچه میزان جایگزینی اندک و در سطوح بالا نمی‌باشد، اما چون پودر ماهی منبعی تجدیدناپذیر و در حال کاهش است، در سال‌های آینده این مقدار جایگزینی می‌تواند نقشی حیاتی در تغذیه ماهیان خاویاری و صنعت رو به رشد ماهیان خاویاری بازی کند. علاوه بر این، در آینده باید به منظور بالا بردن کیفیت کنجاله کانولا جهت جایگزینی، برنامه‌های دامنه‌داری در خصوص تولید به صرفه پروتئین کنسانتره و ایزوله کانولا به مرحله اجرا گذاشته شود.

مصرف جهانی آبزیان از متوسط ۹/۹ کیلوگرم در سال‌های ۱۹۶۰ به ۲۰/۵ کیلوگرم در سال ۲۰۱۸ رسید. این رشد چشمگیر نتیجه رشد جمعیت، افزایش درآمد و شهری نشینی بود، به دلیل توسعه تولید آبزیان و روش‌های موثر توزیع آن، میزان مصرف تسهیل شده است. مصرف سرانه ماهی در کشور ۱۲ کیلوگرم، در کشورهای در حال توسعه (از ۵/۲ کیلوگرم در سال ۱۹۶۱ به ۱۷/۸ کیلوگرم در سال ۲۰۱۸) و کشورهای با درآمد متوسط کم غذا (از ۴/۹ کیلوگرم به ۱۰/۹ کیلوگرم) رسیده است و در این میان، کشورهای پیشرفته همچنان سطوح بالاتری از مصرف سرانه را دارند اگرچه این فاصله در حال کم شدن است (FAO, 2018). از این رو برای جلوگیری از کاهش عرضه در بازار نیاز به افزایش بیشتر تولید و پرورش محصولات شیلاتی دارد. بر پایه آخرین آمار ارائه شده توسط فائو، تولیدات آبی-پروری جهانی در سال ۲۰۱۸ به بالاترین میزان خود تاکنون رسیده است (۲۱۲ میلیون تن، که ۱۱۴/۵ میلیون تن معادل ۵۴ درصد مربوط به آبی‌پروری و ۹۷/۵ میلیون تن برداشت از منابع طبیعی (صید و صیادی) بود. این افزایش تولیدات شیلاتی با یک سری چالش‌های در آینده مواجه خواهد بود که مهمترین آنها عبارتند از: آلودگی‌های زیست‌محیطی، بروز بیماری در سیستم‌های متراکم و تهیه غذای مناسب برای آبزیان پرورشی. تهیه غذای با کیفیت و قیمت مناسب از جمله چالش‌های مهم آبی-پروری در آینده نزدیک است. در این میان پودر ماهی یکی از مهمترین و گران قیمت‌ترین منابع پروتئینی در تغذیه آبزیان محسوب می‌شود. در سال ۲۰۲۰ میزان تولید پودر ماهی ۳/۸۲ میلیون تن است (Index mundi, 2020) که ۵۵ درصد آن در صنایع آبی‌پروری مورد استفاده گرفت. در پرورش ماهیان خاویاری پودر ماهی ۴۰ تا ۵۰ درصد جیره و بیشترین هزینه تولید غذا را به خود اختصاص می‌دهد. از این رو استفاده از پروتئین‌های گیاهی به جای پودر ماهی می‌تواند هزینه‌های جاری در آبی‌پروری را کاهش دهد. کانولا نامی گرفته شده از وارنیه-های اصلاح شده دانه کلزاست که میزان گلوکوزینولات آن کمتر از ۳۰ میکرومول بر گرم ماده خشک و اوریک اسید آن کمتر از ۲ درصد در روغن استخراج شده از دانه و پروتئین آن توازن خوبی از نظر اسیدآمینه‌های ضروری نسبت به سایر پروتئین‌های گیاهی دارا می‌باشد (جدول ۱). همچنین منبع

جدول ۱: مقایسه ارزش پروتئین و اسید آمینه های ضروری کنجاله کانولا با سایر کنجاله های متداول در جیره غذایی دام، طیور و آبزیان

ماده غذایی	کنجاله سویا	کنجاله آفتابگردان	کنجاله تخم پنبه	کنجاله کانولا
ترکیب ماده خشک (درصد)	۹۸	۹۳	۹۰	۹۰
پروتئین خام (درصد)	۴۴	۴۲/۲	۴۱/۴	۳۵
ترکیب آمینواسیدهای ضروری				
لیزین	۲/۸۳	۱/۱۷	۱/۷۲	۲/۰۲
متیونین	۰/۶۱	۰/۶۶	۰/۶۷	۰/۷۷
متیونین + سیستین	۱/۳۱	۱/۳۵	۱/۳۷	۱/۷۱
ترئونین	۱/۷۳	۱/۲۸	۱/۳۶	۱/۵۰
ایزولوسین	۱/۹۹	۱/۶۹	۱/۳	۱/۴۱
تریئوفان	۰/۶۱	۰/۵۴	۰/۴۸	۰/۴۵
آرژنین	۳/۲۳	۳/۵۹	۴/۵۵	۲/۱۴
فنیل آلانین	۲/۱۸	۲	۲/۲	۱/۵۴
والین	۲/۰۶	۲/۳۳	۱/۷۸	۱/۷۱
هیستیدین	۱/۱۷	۱/۰۷	۱/۱۷	۱/۱۳
لوسین	۳/۴۲	۲/۵۷	۲/۴۷	۲/۳۹

برگرفته از Higgs و همکاران، ۱۹۸۲

اسید فیتیک موجب از بین رفتن حالت طبیعی بافت پوششی در زائده‌های پیلوریک در ماهی آزاد می‌شود (Richardson *et al*, 1985) و علاوه بر این گلوکوزینولات و ترکیبات فنلی در آرد کانولا غذا را بد طعم نموده و در نتیجه اشتها را کاهش می‌دهد و از سوی دیگر ترکیبات هیدرولیک ترکیبات شکل‌دهنده این ماده می‌تواند موجب کاهش کارکرد تیروئید گردند. فیبر نامحلول در این محصول زمان حمل و عبور مواد غذایی را کاهش داده و جذب مواد غذایی آمینواسیدها و پپتیدها را کاهش می‌دهد (Krogdahl, 1989). از سوی دیگر فیبرهای محلول موجب جلوگیری از آنزیم‌های گوارشی شده و همچنین انتشار محصولات هیدرولیز شده در روده را محدود می‌کنند.

### کاهش سهم پودر ماهی در جیره غذایی با جایگزینی کانولا و مشکلات مربوطه

در حال حاضر محدودیت‌هایی در خصوص استفاده از کانولا در جیره غذایی آزاد ماهیان وجود دارد. حضور بالای چندین ترکیب شیمیایی و فاکتورهای ضد تغذیه‌ای مانع از آن می‌شود که بتوان از پروتئین کانولا به‌عنوان یک محصول با کیفیت یاد کرد. این مواد که به نام فاکتورهای ضد تغذیه‌ای شناخته می‌شوند. اثرات مختلفی بر رشد و شاخص‌های مربوطه دارند. سطوح بالای اسید فیتیک (اینوزیتول هگزافسفات) در آرد کانولا ممکن است پدیدار شود چون که این ترکیب به‌فرم پیوسته با پروتئین در pH اسیدی ایجاد شود و هنگامی که pH در معده ماهی اسیدی شده این ماده با پروتئین پیوند خورده و موجب کاهش دسترسی ماهی به پروتئین کانولا می‌گردد. خاطر نشان شده است که

**دستورالعمل ترویجی****فرآوری ارزان کنجاله کانولا**

کنجاله کانولای دریافت شده از کارخانه باید بر اساس ویژگی‌ها و استانداردهای ارائه شده توسط سازمان استاندارد ملی ایران (شماره‌های ۳۳۲، ۴۱۵، ۴۵۷ و ۵۱۸۳) دارای خصوصیات ذیل باشد:

- ۱- کنجاله کانولا کاملاً روغن‌کشی شده باشد (میزان روغن در آن از ۱ درصد تجاوز نکند)
- ۲- پروتئین خام آن ۳۲ درصد و حداکثر ۳۸ درصد باشد.
- ۳- چربی آن از ۳۰ درصد تجاوز نکند.
- ۴- بیشترین مقدار فیبر آن ۱۴ درصد باشد.
- ۵- مقدار گلوکوزینولات آن از ۳۰ میکرومول بر گرم ماده خشک تجاوز نکند.
- ۶- محصول خشک، به شکل پلت و یا خاکه و فاقد ضایعات و آلودگی باشد.

اما با وجود این استانداردها باز هم امکان دارد که میزان فاکتورهای ضدتغذیه‌ای در این ماده گیاهی به دلیل عدم شرایط فرآوری استاندارد در کارخانه و یا استفاده از واریته‌های نامرغوب کلزا در سطح بالایی باشد، از این رو جهت جایگزینی آرد کانولا به جای پودر ماهی ابتدا لازم است که فرآوری‌های ارزان قیمتی در شرایط کارگاهی روی آن صورت گیرد.

— با وجود این استانداردها امکان دارد که میزان فاکتورهای ضدتغذیه‌ای در این ماده گیاهی به دلیل عدم شرایط فرآوری استاندارد در کارخانه و یا استفاده از واریته‌های نامرغوب کلزا در سطح بالایی باشد، از این رو جهت جایگزینی پودر کانولا بجای پودر ماهی ابتدا لازم است که فرآوری‌های ارزان قیمتی در شرایط کارگاهی روی آن صورت گیرد.

این فرآوری‌ها شامل غیرفعال سازی آنزیم مایروزیناز و کاهش سطوح گلوکوسینولات آن از طریق تیمارهای مرطوب حرارتی (قرار دادن کنجاله کانولا در محلول آب گرم، ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد) و یا در محلول آب با دمای معمولی (به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت) می‌باشد، سپس مواد جامد جدا و در خشک‌کن در دمای ۴۰ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد گذاشته می‌شود.

— جهت کاهش فیبر موجود در آن توصیه می‌شود تا آرد کانولای تجاری ابتدا آسیاب شود، ذرات آن از چشمه یک میلی‌متر گذرانده و سپس از الک با چشمه ۰/۵ میلی‌متر به منظور کاهش میزان فیبر عبور داده شود.

— جهت کاهش فاکتورهای فوق، روش حلال شویی با اسید و باز و توالی مختلف حلال‌ها و اضافه کردن آنزیم (از جمله فیتاز و ...) نیز وجود دارد، اما به دلیل افزایش هزینه‌ها و نبود دستورالعمل کاربردی و ارزان قیمت توصیه نمی‌گردد.

— فرآوری کنجاله کانولا با بی‌کربنات سدیم و بی‌کربنات آمونیوم موجب افزایش قابلیت هضم این ماده می‌گردد.

— **فرمولاسیون جیره و ساخت غذا:** در حال حاضر اقلام غذایی متداول در جیره غذایی ماهیان خاویاری شامل منابع - پروتئین‌های جانوری (پودر ماهی کیلکا، پودر خون، پودر گوشت و استخوان)، پروتئین‌های گیاهی با مقدار پروتئین بالای ۵۰ درصد (آرد گلوتن گندم، آرد گلوتن ذرت)، پروتئین‌های گیاهی با مقدار پروتئین کم (کنجاله سویا، سویای فرآوری‌شده، آرد کانولا، آرد ذرت و آرد گندم) می‌باشند.

— به منظور فرمولاسیون خطی جیره در محیط Excel ابتدا ترکیب تقریبی بیوشیمیایی ترکیبات شامل میزان پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر، فیبر، عصاره عاری از ازت، کربوهیدرات کل و در صورت امکان پروفایل اسیدهای چرب و آمینه در آزمایشگاه مشخص شود. در مرحله بعد فرمولاسیون خطی در محیط اکسل صورت گیرد. این فرمولاسیون ساده بوده و از آن جا که میزان پروتئین کنجاله کانولا در مقایسه با پودر ماهی کمتر است (۳۶ در مقابل ۶۵ درصد) توصیه می‌شود که دو برابر مقدار کاهش یافته پودر ماهی، کنجاله کانولا به جیره اضافه شود و سطوح جایگزینی تا حد ۲۰ تا ۳۰ درصد در نظر گرفته شود. نمونه ای از فرمولاسیون پیشنهادی در جدول ۲ نمایش داده شده است.

— میزان لایزین در کنجاله کانولا ناچیز می‌باشد، در سطوح جایگزین ۲۰ تا ۳۰ درصد باید به میزان ۰/۵ تا ۱ درصد لایزین مصنوعی به جیره اضافه گردد. کمبود فسفر در جیره می‌تواند با دی کلسیم فسفات جبران شود (جدول ۲).

جدول شماره ۲: فرمولاسیون و ترکیب مواد استفاده شده در جیره آزمایشی (بر حسب درصد)

درصد کنجاله کانولا					شاهد	ترکیبات غذایی (%)
C <sub>۴</sub>	C <sub>۳</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۰</sub>		
۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	پودر ماهی	
۵	۵	۵	۵	۵	پودر پروتینه حیوانی	
۴۰	۳۰	۲۰	۱۰	۰	کنجاله کانولا	
۸	۸	۸	۸	۸	پودر گوشت	
۸	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	آرد سویا	
۰	۱	۴	۹	۱۲	آرد گندم	
۳	۳	۳	۳	۳	روغن ماهی	
۲	۲	۲	۲	۲	روغن سویا	
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	مخلوط مواد معدنی <sup>۱</sup>	
۲	۲	۲	۲	۲	مخلوط ویتامینه <sup>۲</sup>	
۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	لازین	
۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	ضد قارچ	
۰	۰	۱/۹۸	۱/۹۸	۳/۹۸	پرکننده (سلولز)	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	مجموع	
۸/۰۷	۷/۳۳	۷/۳۱	۷/۳۵	۷/۹۱	رطوبت	
۴۵/۰۵	۴۴/۲۱	۴۴/۴۵	۴۴/۴۵	۴۴/۳۳	پروتئین	
۱۴/۲۷	۱۴/۰۰	۱۳/۹۸	۱۳/۹۹	۱۳/۹۷	چربی	
۷/۳۸	۹/۰۳	۱۰/۷۶	۱۳/۸۲	۱۳/۵۵	خاکستر	
۲۵/۲۳	۲۵/۴۳	۲۳/۵	۲۰/۳۹	۲۰/۲۴	NFE	
۱۸/۹۲	۱۸/۵۲	۱۸/۲۶	۱۸/۵۳	۱۸/۴۱	آنرژی ناخالص	
۴/۰۴	۳/۰۳	۲/۰۲	۱/۰۱	۰	گلوکوسینولات <sup>۴</sup>	

<sup>۱</sup> 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 (۰/۳۹۷ گرم)، سلنیوم (۰/۰۸ گرم)، کولین کلراید (۱۰۰ گرم) و کریبر (تا ۱ کیلوگرم) می باشد.

<sup>۲</sup> شرکت لابراتورهای داروسازی ارس بازار، هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس ویتامینه حاوی ۳۶۰۰۰۰ IU ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ IU ویتامین D<sub>۳</sub>، ۱۴/۴ گرم ویتامین E، ۸۰۰ میلی گرم ویتامین K<sub>۳</sub>، ۷ گرم ویتامین B<sub>۱</sub>، ۲/۶۴ گرم ویتامین B<sub>۲</sub>، ۱۱/۸۸ گرم نیاسین، ۳/۹۲ گرم کلسیم پنتونات، ۱/۱۷۶ گرم ویتامین B<sub>۶</sub>، ۰/۴ گرم ویتامین B<sub>۹</sub>، ۴۰ میلی گرم بیوتین، ۱۰۰۰۰۰ میلی گرم کولین کلراید.

<sup>۳</sup> آنرژی ناخالص (کیلوژول بر گرم) بر اساس هر گرم آنرژی موجود در پروتئین (۲۳/۶۵)، چربی (۳۷/۵۰)، کربوهیدرات (۱۷) محاسبه شد.

<sup>۴</sup> مقدار گلوکوسینولات (۱۰/۱۱ میکرومول بر گرم) بر حسب درصد جایگزینی محاسبه شد.

مختلف ضد تغذیه‌ای (فیبر، گلوکوزینولات و ...) و وجود ساپونین و تانن (کاهش خوشخوراکی جیره) کاهش خواهد یافت. بنابراین می‌توان تا ۲۰ درصد کنجاله کانولا را بدون تاثیر منفی به جیره غذایی تاسماهی سیبری اضافه نمود که علاوه بر کاهش میزان مصرف پودر ماهی می‌تواند از لحاظ اقتصادی نیز برای پرورش دهندگان مقرون به صرفه باشد.

#### برآورد اقتصادی

در حال حاضر قیمت یک کیلوگرم پودر ماهی مرغوب برابر با ۲۷۵۰۰۰ ریال می‌باشد، یک کیلوگرم کنجاله کانولای مرغوب در جیره غذایی برابر با ۵۰۰۰۰ ریال می‌باشد. با جایگزینی کنجاله کانولا به میزان ۲۰ درصد غذایی، در جیره قیمت غذای تولیدی از ۱۸۹۰۵۵ ریال به ۱۵۱۲۴۴ ریال کاهش می‌یابد. لازم به ذکر است در حال حاضر ۱۲۷ مزرعه در کشور در حال فعالیت است و در افق برنامه تولید در سال ۱۴۰۴ برابر با ۱۰۰۰۰ تن گوشت و ۱۰۰ تن خاویار می‌باشد. جهت نیل به این هدف در طی ۴ سال بایستی ۶۷۰۰۰ ماهی از وزن یک کیلوگرم به وزن ۶ کیلوگرم ارتقا یابند. با احتساب ضریب تبدیل غذایی به میزان ۱/۲، جهت رسیدن به وزن مذکور نیازمند ۲۸۵۷ تن غذای داخلی می‌باشیم.

(ریال) ۱۸۹۰۵۵ = قیمت جیره مبتنی بر پودر ماهی

(ریال) ۱۵۱۲۴۴ = قیمت جیره مبتنی بر کاهش ۲۰ درصدی

پودر ماهی

(ریال) ۵۴۰/۲۲۴/۶۶۲/۵۰۰ = (ریال) ۱۸۹/۰۵۵ × (کیلوگرم غذا)

۲۸۵۷۵۰۰ = قیمت تمام شده غذا با جیره شاهد

(ریال) ۴۳۲/۱۷۹/۷۳۰/۰۰۰ = (ریال) ۱۵۱/۲۴۴ × (کیلوگرم غذا)

۲۸۵۷۵۰۰ = قیمت تمام شده با جایگزینی کنجاله کانولا

مشاهده می‌شود که در هزینه تولید غذا، مبلغ ۱۰۸/۰۴۴/۹۳۲/۵۰۰ ریال صرفه جویی خواهد شد. بنابراین

می‌توان تا ۲۰ درصد جایگزینی کنجاله کانولا در جیره غذایی

- مواد خشک و ترکیبات درشت (پودر ماهی، کنجاله سویا، آرد گندم، پودر گوشت و استخوان، ملاس و غیره) قبل از ترکیب با مواد مرطوب با استفاده از آسیاب به قطر ۲۰۰ میکرون شکسته و به مدت ۲۰ دقیقه با استفاده از دستگاه مخلوط‌کن با یکدیگر مخلوط خواهند شد. مواد ریز مغذی (نمک، ویتامین پرمیکس، مکمل معدنی، ال- کارنیتین، ویتامین C، کولین، کربوکسی متیل سلولز و دی کلسیم فسفات) به مدت ۱۵ دقیقه با استفاده از دستگاه همزن دو زبانه، کاملاً با یکدیگر مخلوط خواهند شد. محصول حاصل با استفاده از دستگاه پلتزن (یا دستگاه چرخ گوشت صنعتی) به قطر ۲ میلی‌متر (بسته به اندازه دهانی ماهیان مزرعه) تولید خواهند شد. پلتها با استفاده از دستگاه خشک‌کن طبقاتی در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تا رطوبت تقریبی ۱۰ درصد، خشک خواهند شد. بعد از قرار گرفتن به مدت بیست دقیقه در داخل دستگاه خنک‌کننده، از الک (جهت جداسازی پلت‌های شکسته و نامناسب) عبور داده خواهند شد. در نهایت جیره‌ها شماره‌گذاری و در محفظه‌های عاری از هوا بسته‌بندی و تا زمان مصرف در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند یک ساعت قبل از مصرف و توزیع غذا، جیره‌ها از فریزر خارج و پس از متعادل شدن با دمای اتاق، با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین و در اختیار ماهی قرار خواهند گرفت. در پایان باید جیره ساخته شده برای تعیین ترکیب بیوشیمیایی و پروفایل اسیدآمین به آزمایشگاه ارسال گردد.

- زمان غذایی تا حد سیری باید در ساعات ۹:۰۰ تا ۱۵:۰۰ و ۲۱:۰۰ با مخلوطی از آب چاه و رودخانه صورت گیرد و امکان تنظیم درجه حرارت در طی دوره آزمایش و شفافیت لازم جهت بررسی نحوه غذاگیری و میزان غذای مصرفی ماهیان امکان‌پذیر باشد.

- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل اکسیژن، درجه حرارت و pH به صورت روزانه و آمونیاک هر هفته مورد اندازه‌گیری قرار گیرد.

اگر جایگزینی بیش از ۲۰ درصد کنجاله کانولا باشد، میزان غذای مصرفی به دلیل محدودیت‌های ناشی از وجود عوامل

تاسماهی سیبری بدون تاثیر منفی در عملکرد رشد، کارایی غذا و قابلیت هضم جایگزین پودر ماهی نمود.

#### منابع

Index mundi, (2018). Distribution of family income – Giniindex, Budget, Taxes of fish meal and other product. Index of /homedir/tmp/awstats/mundai.com.br > homedir > tmp > awstats.

FAO., 2018. Fish Stat Plus database. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. [Cited October 2009]. [www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en](http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en).