استفاده از برخی کنجاله دانه‌های‌روغنی جهت جایگزینی پودر ماهی در تغذیه ماهیان دریایی

فاطمه حکمت پور[1*]

۱- پژوهشکده آبزی پروی آبهای جنوب کشور، موسسه تحقیقاتی علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

* نویسنده مسئول: Hekmatpourf(@)gmail.com

چکیده

پودر ماهی مهمترین منبع پروتئین جیره غذایی آبزیان گوشتخوار دریایی میباشد. با افزایش تولیدات صنعت آبزی پروری نیاز به این منبع پروتئین متقابلاً افزایش یافته است. در حالی که در این سالها، تامین ماهیان صید دورریز جهت تولید پودر ماهی کاهش چشمگیری یافت. کاهش دسترسی به پودر ماهی، افزایش تقاضا و در پی آن افزایش قیمت چالشی در مقابل پایداری و رشد صنعت آبزی پروری دریایی میباشد. براین اساس مطالعه در زمینه یافتن منابع جدیدپروتئین جهت جایگزینی کامل یا جزئی پودر ماهی به موضوعی حائز اهمیت در صنایع غذایی آبزیان مبدل شد. کنجاله دانههای روغنی ازجمله منابع پروتئین گیاهی با محتوای پروتئین متوسط (۳۰ تا ۵۰ درصد) هستند. استفاده از این کنجاله‌ها تا سطح ۴۰ درصد جایگزینی پودر ماهی کارایی رشد، بازده تغذیه و اقتصادی قابل قیاس با جیره حاوی پودر ماهی در پی داشته است. کاهش سطح پودر ماهی به نصف در جیره غذایی آبزیان با استفاده از این کنجاله های با صرفه اقتصادی کاهش هزینه خوراک آبزیان را در پی دارد. براین اساس هزینه تولید آبزیان پرورشی کاهش مییابد و امکان توسعه پایدار صنعت آبزی پروری فراهم می‌شود.

واژگان کلیدی: تغذیه ماهیان دریایی، کنجاله دانه‌های روغنی، جایگزینی پودر ماهی، عوامل ضدتغذیه‌ای

مقدمه

با رشد تولیدات صنعت آبزی پروری و افزایش سهم این منبع پروتئینی سالم در سبد غذایی بشر، نیاز به غذای آبزیان نیز در حال افزایش است. پروتئین گران‌ترین جزء جیره غذایی آبزیان به حساب می‌آید و اسیدهای آمینهضروری که در ترمیم و نگهداری بافتهای بدن و رشد مورد استفاده قرار می‌گیرد را فراهم می‌سازد. پودر ماهی منبع اصلی پروتئین جیره غذایی ماهیان دریایی را تشکیل می‌دهد. این منبع پروتئین گرانقیمت حاوی میزان بالای پروتئین، با ترکیب متعادل از اسیدهای-آمینه، قابلیت هضم و جذب بالای پروتئین، مواد معدنی (از جمله فسفر) و ویتامین (شامل کولین) و فاقد مواد ضدتغذیه‌ای است (Hardy, 2010). حدود ۶۳ درصد پودر ماهی تولیدی در بخش آبزی پروری مصرف می‌شود. ۲۵ درصد این میزان در پرورش آزاد ماهیان و ۲۵ درصد در پرورش سایر ماهیان دریایی مصرف می‌گردد (Tacon et al., 2011, Oliva-Teles et al., 2015). با افزایش تولید آبزیان میزان نیاز به پودر ماهی در ساخت جیره غذایی نیز افزایش یافته‌است. افزایش تقاضا، افزایش قیمت این نهاده را در پی دارد (Tacon and Metian, 2008). با کاهش چشمگیر دسترسی به ماهیان دورریز درطول سالهای اخیر، دسترسی جهانی به پودر ماهی کاهش یافت.کاهش وابستگی به پودر ماهی بسیار حائز اهمیت و ضرورت اولیه پایداری توسعه صنعت تولید خوراک آبزیان است. در اروپا جیره غذایی ماهیان دریایی با نیاز پروتئینی ۴۵ درصد، چربی ۲۰ درصد در سال ۲۰۰۱ متشکل از حدود ۴۰ درصد پودر ماهی، ۱۵ درصد روغن ماهی و ۴۵ درصد منابع گیاهی بود. در سال ۲۰۱۱ سهم پودر ماهی و روغن ماهی کاهش و سهم منابع گیاهی افزایش داده شد به طوری که پودر ماهی در جیره غذایی حدود ۱۵ درصد، روغن ماهی ۱۵ درصد، روغن گیاهی ۱۵ درصد و منابع گیاهی ۶۵ درصد با پروتیئن ۴۰ درصد و چربی ۲۰ درصد بود (Skiba et al., 2014). با توجه به بالا بودن نیاز پروتئینی ماهیان دریایی، منابع پروتئین جایگزین به اقلام با محتوای پروتئین بالا محدود می‌شود. این اقلام شامل ضایعات کشتارگاهی دام و طیور (حکمت پور، ۱۳۹۷) و موجودات تک سلولی و پروتئین تخلیص شده گیاهان و دانههای روغنی است (Tacon et al., 2011). در جایگزینی پودر ماهی با منابع پروتئین گیاهی جنبه‌هایی از جمله قیمت، محتوای پروتئین، محتوای اسیدآمینه، قابلیت هضم، کمبود اسیدهای آمینه ضروری، عوامل ضدتغذیه‌ای و خوش خوراکی باید در نظر گرفته شود (Gatlin III et al., 2007, Hardy, 2010).

کنجاله دانه‌های روغنی

کنجاله سویا، کلزا، دانه کتان، بادام زمینی،کنجد و آفتابگردان برخی از کنجاله دانه‌های روغنی رایج مورد بررسی در جیره غذایی ماهیان دریایی می‌باشند. کنجاله به باقی مانده دانه‌های روغنی بعد از روغن‌کشی اطلاق شده که نسبت به پودر ماهی ارزانتر و محتوای پروتئین آنها بین ۳۸ تا ۵۲ درصد است (Oliva-Teles et al., 2015). میزان چربی بر اساس نوع روش روغن‌کشی متفاوت است. معمولاً در روش مکانیکی میزان روغن در کنجاله بالاتر از روش استخراج با حلال است.

سویا

کنجاله سویا عمده‌ترین منبع پروتئین گیاهی به کار رفته در تغذیه آبزیان است (Shipton and Hecht, 2005, Alonge et al., 2016). به عنوان استاندارد جهت تعیین ارزش سایر منابع پروتئین گیاهی به کار می‌رود. شکل رایج کنجاله سویای موجود در بازار استخراج حلالی آن با میزان پروتئین ۴۴ درصد و نمونه پوست کنی شده و سپس با حلال روغن‌کشی شده با میزان پروتئین ۴۸ درصد است. محتوای ۱۰ اسیدآمینه ضروری و تیروزین در کنجاله سویا کمتر از پودر ماهی است. میزان لایزین کنجاله سویا ۶/۲۹ درصد پروتئین و متیونین و سیستین ۳/۰ درصد پروتئین است (Oliva-Teles et al., 2015). درصورت تعادل اسید آمینه ضروری میزان متیونین در کنجاله سویا محدود کننده‌تر از لایزین است. سویا حاوی ترکیب مهار کننده پروتئاز بوده که فعالیت تریپسین در سیستم گوارش را کاهش میدهد (Bernard, 2011). سویای خام همچنین حاوی آنزیم‌های لیپاز، لیپوکسیداز و پراکسیداز است. این مواد سبب تغییر کیفیت اسیدچرب در طول زمان میشود. همچنین حاوی ساپونین، فیتاز، گلوکوزینات، آنتی ویتامین، لکتین، فیتواستروژن است. در صورت حرارت دادن مناسب این آنزیمها غیر فعال میگردد و بازده تغذی‌های سویا بهبود می‌یابد. آسیاب کردن سویای خام میزان هضم سویا در سیستم گوارش را افزایش می‌دهد. آسیاب کردن، خرد کردن دانه سویا سبب افزایش اکسیداسیون اسیدچرب آن می‌شود، بنابراین اگر

سویا خرد شود باید سریعاً مصرف شود. محتوای خاکستر و چربی خام کنجاله سویای حاصل از استخراج حلال کمتر، اما میزان کربوهیدرات کنجاله سویا بیشتر از پودر ماهی است. خاکستر و چربی کمتر بوسیله مکمل معدنی و چربیها قابل جبران است. اما غلظت بالای کربوهیدرات نکته قابل توجهی است. کربوهیدرات در کنجاله سویا به طور عمده متشکل از اولیگوساکاریدها از جمله ساکارز، رافینوز و استاچیوز است. ساکارز برای آبزیان قابل هضم بوده اما رافینوز و استاچیوز بدلیل نداشتن آلفا-گالاکتوسیدازها که جهت متابولیسم این ترکیبات قندی پیچیده ضروری است، قابلیت هضم ندارند. سویا دارای میزان بالای پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای است که بدلیل محدود بودن تخمیر میکروبی در آبزیان یک انرژی مازاد در آبزی ایجاد نموده و ممکن است اثر منفی بر کارایی مواد مغذی و کاهش بازده غذا داشته باشد (Gatlin III et al., 2007). یکی دیگر از نقاط ضعف مصرف کنجاله سویا پائین بودن قابلیت دسترسی فسفر و مواد معدنی کاتیونی بوسیله اتصال با اسیدفایتیک است. همچنین محققان اذعان داشتند که کمبود برخی اسیدهای‌آمینه کنجاله سویا فاکتور محدود کننده رشد نیست بلکه فسفر محدود کننده است (El-Sayed and Tacon, 1997). کنجاله سویا اثر منفی بر طعم خوراک داشته و میزان مقبولیت آن توسط ماهی را کاهش میدهد (Gaylord et al., 2007, Lim et al., 2011).

میزان مناسب سویا در جیره ماهیان دریائی

در مطالعات سطح جایگزینی پودر ماهی با کنجاله سویا حدود ۱۶ تا ۴۰ درصد در جیره غذایی گونه های ماهی گوشتخوار از جمله کفشک سیاه (Yigit et al., 2010)، شانک ماهیان (Antolović et al., 2012)، صبیتی (Yaghoubi et al., 2016) معرفی شده است. سطح ۲۵ تا ۵۰ درصد بدون اثر منفی بر کارایی یا بازده تغذیه در کفشک ژاپنی (Kikuchi, 1999, Yigit et al., 2010) هالیبوت اطلس (Grisdale-Helland et al., 2002)، توربوت اطلس (Day and Gonzalez, 2000) و باله زرد (Seriola dumerili) (Tomás et al., 2005) و باس دریایی ژاپنی (Zhang et al., 2018) گزارش شده است. در مطالعات صورت گرفته مشخص شد که سطح بیش از ۴۰ درصد کل جیره کنجاله سویا جایگزین پودر ماهی سبب کاهش کارایی رشد و بازده تغذیه در ماهی شانک سرطلایی (Robaina et al., 1995) و قزل-آلای رنگین کمان و آزاد اطلس (Refstie et al., 2000, Caruso, 2015) و کوبیا (Chou et al., 2004) می‌شود. مطالعات نشان داده است که جایگزینی پودر ماهی در سطوح بالا با منابع گیاهی ممکن است همیشه یک انتخاب با صرفه اقتصادی نباشد (Martínez-Llorens et al., 2012). برای مثال در شانک سرطلایی پیشنهاد شد که کنجاله سویا تا سطح ۳۰ درصد در جیره غذایی ماهی جوان و تا سطح ۵۰ درصد در جیره غذایی مرحله پرواری بدون تأثیر بر کارایی آبزی به کار رود. در حالیکه براساس ارزیابی اقتصادی و در نظر گرفتن قیمت سویا و ضریب تبدیل غذایی سطح مطلوب سویا حدود ۲۲ درصد برآورد شد.

کنجاله کانولا

کانولا یا کلزا در تولید پروتئین دنیا، جهت تولید روغن و کنجاله در رتبه دوم بعد از سویا قرار دارد. کنجاله کانولا محصول جانبی دانه فشرده شده کانولا پس از روغنکشی است. قابلیت هضم پروتئین کنجاله کانولا در تغذیه آبزیان حدود ۷۸/۸ درصد و مشابه کنجاله سویا و پودر ماهی می‌باشد. در حالیکه قابلیت هضم انرژی و ماده خشک آن کمتر از پودر ماهی است (Burel et al., 2000, Ranjhan and Athithan, 2015). کانولا یک واریته انتخابی از کلزا با میزان کم گلوکوزینات و اسیداروسید است (Suárez et al., 2009). میزان پروتئین کانولا ۳۹ درصد و کلزا ۳۸/۳ درصد پس از استخراج روغن با حلال است (Oliva-Teles et al., 2015). پروفیل اسیدآمینه کانولا مشابه پودر ماهی هرینگ و بهتر از کنجاله سویا است. کنجاله کانولا منبع غنی از اسیدآمینه‌های گوگرددار است. لایزین کانولا ۵/۶ درصد و کلزا ۵/۵ درصد پروتئین، متیونین به اضافه سیستین کانولا ۴/۵، کلزا ۴/۴ درصد پروتئین پس از روغن‌کشی با حلال است. اولین اسیدآمینه محدود کننده این کنجاله لایزین می‌باشد. درجیرههای تجاری جهت دستیابی به سطح مطلوب اسیدآمینه، کانولا با نخود فرنگی به صورت ترکیبی به کار می‌رود (Ranjhan and Athithan, 2015). قیمت کنجاله کانولا کمتر از پودر ماهی است (Sajjadi and Carter, 2004, Ranjhan and Athithan, 2015). کنجاله کلزا حاوی چندین ماده ضد تغذیه‌ای از جمله مهار کننده پروتئاز، فیتاز، گلوکوزینولاتها، ترکیبات فنولی (تانینها و اسیدفنولیک)، اسیدفیتیک، کربوهیدرات‌های غیرقابل

هضم و فیتواستروژن است (Ranjhan and Athithan, 2015). این مواد سبب اثر منفی بر کارایی رشد و سلامت می‌شود؛ اما سطح این مواد با حرارت کاهش می‌یابد. در شانک قرمز تا سطح ۱۳ درصد (Takii et al., 1999)، قزلآلای رنگین کمان تا سطح ۳۰ درصد (Shafaeipour et al., 2008)، شانک تا سطح ۳۰ درصد (Glencross et al., 2004) و باس دریایی تا سطح ۳۰ درصد (Glencross et al., 2011, Ngo et al., 2015) بدون تأثیر منفی برکارایی رشد جایگزین پودر ماهی شد. محققان سطح پائین جایگزینی را ناشی از عوامل ضدتغذیه‌ای این کنجاله دانستند. همچنین محتوای بالای فیبر به تنهایی یا همراه با فیتات عامل مؤثر بر کاهش قابلیت هضم کلزا در قزلآلای رنگین‌کمان دانستند (Mwachireya et al., 1999).

کنجاله دانه کتان

سومین رتبه مصرف بعد از سویا و کلزا متعلق به دانه کتان است. بخش عمده کنجاله دانه کتان موجود در بازار با استفاده از حلال روغن‌کشی شده‌است. محتوای پروتئین این کنجاله بسته به روش روغن‌کشی متفاوت است، به طوری که کمترین میزان پروتئین در روش استخراج حلالی دانه کتان (۴۱/۶ درصد)، میزان متوسط پروتئین در کنجاله با روش مکانیکی روغن‌کشی (۴۵/۸ درصد) و بیشترین میزان از روش مستقیم (۴۹/۰ درصد) یا استخراج با حلال منبسط شده (۴۸/۴ درصد) میباشد. محتوای اسیدآمینه کنجاله دانه کتان کمتر از کنجاله سویا است. میزان لایزین کنجاله کتان ۴/۱۳ درصد پروتئین و متیونین و سیستین ۳/۰ درصد پروتئین است. اولین اسیدآمینه دارای کمبود این کنجاله لایزین است. موجودات جهت کاهش اثرات منفی گوسیپول جیره غذایی حاوی کتان، آن را با لایزین ترکیب می‌کنند. این عمل سبب کاهش میزان لایزین قابل دسترس در کنجاله کتان میشود. کنجاله دانه کتان حاوی عوامل ضدتغذیه‌ای از جمله مهار کننده آمیلاز، فیتاز، گوسیپول، آنتی ویتامین، تانین، فیتواستروژن است. در مطالعهای قابلیت استفاده از این کنجاله در صورت روغن‌کشی با حلال در سطح ۱۰ درصد و ۳۰ درصد در جیره غذایی آزاد ماهیان بدون کاهش رشد گزارش شد. همچنین در مطالعه بر قزلآلای رنگین کمان کنجاله دانه کتان بدون اثر بر نرخ رشد ماهیان ماده و نر جایگزین پودر ماهی شد، اگرچه جیره‌های حاوی این کنجاله به طور معنیداری جذب پروتئین و فسفر کمتری داشتند (Lee et al., 2006, Gatlin III et al., 2007).

کنجاله بادام زمینی

کنجاله بادام زمینی باقی مانده بادام زمینی پس از روغن‌کشی است. بادام زمینی چهارمین رتبه تولید دانه روغنی دنیا را به خود اختصاص می‌دهد (Liu et al., 2012, Yıldırım et al., 2014). محتوای پروتئین این کنجاله بین ۴۰ تا ۴۵ درصد میباشد (Batal et al., 2011, Li and Lucas, 2017). محتوای چندین اسیدآمینه از جمله لایزین در این کنجاله کمتر از کنجاله سویا می‌باشد. در حالیکه میزان لایزین دانه کتان از این کنجاله کمتر است. این کنجاله نسبت به سویا خوش طعمتر و هزینه آن مشابه سویا است (Batal et al., 2005, Julius and Quinn, 2019). پروتئین این منبع گیاهی بسیار تخریب پذیر و به آلودگی با آفلاتوکسین حساس است و قبل از استفاده در جیره غذایی باید از نظر محتوای آفلاتوکسین آزمایش شود. همچنین میتواند با «سالمونلا» آلوده شود که سبب ایجاد مشکلات در سلامتی آبزی تحت شرایط استرس میشود. جایگزینی پودر ماهی با کنجاله بادام زمینی تا سطح ۵۰ درصد سبب کاهش غذاگیری، بازده تغذیه، کارایی رشد، افزایش شاخص کبدی و چربی لاشه در ماهی هامور هیبرید نشد (Ye et al., 2020). مصرف این کنجاله در تغذیه آبزیان نه تنها بهدلیل کمبود محتوای برخی اسیدآمینه سولفور از جمله سیستئین، متیونین و لایزین، بلکه به‌دلیل وجود عوامل ضدتغذیه‌ای از جمله تانین، مهار کننده فعالیت پروتئازی (تریپسین) و اسیدفایتیک، محدودیت دارد. این عوامل ضدتغذیهای با کاهش رشد و کاهش فعالیت آنزیمهای گوارشی همراه است (Julius and Quinn, 2019).

کنجاله کنجد

یکی از مهمترین محصولات کشت سالانه در دنیا جهت تولید روغن خوارکی دانه کنجد (Sesamum indium L.) است. تولید آن در طی دهه اخیر روند صعودی نشان می‌دهد (Reigh, 2008, Nang Thu et al., 2011). کنجاله کنجد به طور عمده پس از روغنگیری به روش مکانیکی و یا حلال آلی از دانه کنجد بدست می‌آید (Onsaard et al., 2010). کنجاله حاوی حدود ۳۵-۴۵ درصد پروتئین، ۱۰-۶ درصد چربی ((Yasothai, 2014،

۶-۷ درصد فیبر (El-Saidy et al., 2009) است. محتوای فیبر این کنجاله از سایر دانههای روغنی از جمله دانه کتان (۱۱ گرم بر کیلوگرم) و کلزا (۱۳ گرم بر کیلوگرم) کمتر میباشد. ترکیب اسیدآمینه آن به جز محتوای کمتر لایزین (Mamputu and Buhr, 1991) و بالاتر متیونین مشابه کنجاله سویا است (El-Saidy et al., 2009). این دانه روغنی حاوی آنتی اکسیدانها از جمله ویتامین E و لیگانها و منبع خوبی از سلنیوم، روی، آهن و مس، همچنین حاوی فیتواستروژن میباشد. در قیاس با سایر منابع گیاهی کنجاله دانه کنجد تقریباً عاری از مواد ضد تغذیهای به جز اگزالات و فیتات است (Johnson et al., 1979, Sauvant et al., 2002, Thu et al., 2007). با توجه به بومی بودن این نهاده، دسترسی به آن با قیمت بسیار پائینتر از سویا امکان پذیر است. نتایج کارایی رشد، بازده تغذیه، پروتئین لاشه و قابلیت هضمپذیری ظاهری قزلآلای رنگین کمان حاکی از قابلیت جایگزینی کنجاله سویا تا سطح ۱۵ درصد با دانه کنجد است (Dernekbaşı et al., 2017). همچنین در مطالعه روی گونه قزلآلا کارایی رشد، تغذیه و قابلیت هضم حاکی از قابلیت جایگزینی حداقل نصف پودر ماهی با کنجاله کنجد به عنوان منبع پروتئین بود. در تغذیه ماهیان با کنجاله کنجد کارایی رشد کمتر و علائم بیماری هموراژی را ناشی از کمبود لایزین و روی در این کنجاله دانستند و با افزودن لایزین و روی به جیره غذایی، مجدد کارایی جیره بررسی شد. رشد ماهیان افزایش یافت و علائم بیماری برطرف گردید. نتایج حاصل این فرضیه را تائید میکند که کمبود اسیدآمینه منبع پروتئین جایگزین تنها فاکتور محدود کننده کارایی در ماهیان نیست (Nang Thu et al., 2011).

کنجاله آفتابگردان

کنجاله آفتابگردان باقی مانده دانه آفتابگردان پس از روغنکشی است. ارزش تغذیهای این کنجاله براساس روش روغنکشی متفاوت است. کنجاله روغنکشی شده توسط حلال نسبت به روش مکانیکی، حاوی پروتئین بیشتر و چربی و فیبر کمتر است. میزان پروتئین کنجاله حاصل از دانه آفتابگردان پوست کنی شده و سپس با حلال روغنکشی شده ۳۷/۷ درصد میباشد. قابلیت انحلال پروتئین این کنجاله ۳۴ درصد است و نسبت به کنجاله سویا (۱۷ درصد) بیشتر است. محتوای لایزین این منبع (۳/۵ درصد) کمتر از کنجاله سویا، کنجاله کتان و دانه کتان است (Bernard, 2011). محتوای متیونین و سیستین ۴/۰ درصد پروتئین است. دانه آفتابگردان حاوی عوامل ضدتغذیهای از جمله مهارکننده فعالیت پروتئاز، فعالیت آرژیناز و ساپونین، آنتی ویتامین، اسیدکلروژنیک و تانین پلیفنولیک است. سطح کنجاله آفتابگردان در جیره ماهیان گوشتخوار کمتر از سایر دانههای روغنی (۱۰ درصد) است (Tacon et al., 2011). کاهش کارایی رشد و بازده تغذیه در آبزیان تغذیه شده با جیرههایی که پودر ماهی با کنجاله آفتابگردان جایگزین شده است را ناشی از محتوای بالای فیبر (۵/۳ درصد)، کمبود اسیدآمینه ضروری، کمبود فسفر، انرژی کم، غذاگیری کم، وجود عوامل ضدتغذیهای یا سطح روغن ماهی جیره غذایی دانستند (Ogello et al., 2017). در مطالعهای با افزایش سطح جایگزینی پودر ماهی با کنجاله آفتابگردان محتوای پروتئین لاشه کاهش نشان داد (Abdel-Tawwab et al., 2010). محتوای پروتئین کمتر، قابلیت هضم پذیری کمتر، محتوای خاکستر و فیبر بالاتر کنجاله آفتابگردان در مقایسه با پودر ماهی میتواند بر تبدیل پروتئین توسط آبزی و کاهش پروتئین لاشه اثرگذار باشد (Mugo-Bundi et al., 2013). محققان گزارش کردند استفاده از کنجاله آفتابگردان تا سطح ۱۰ و ۲۰ درصد، سود اقتصادی را بهدلیل عدم تاثیرمنفی بر کارایی رشد و بازده تغذیه، افزایش میدهد (Estruch et al., 2018).

نتیجه گیری

کنجاله دانههای روغنی منابع پروتئین با محتوای پروتئین متوسط (۳۵ تا ۵۰ درصد) هستند. براساس مطالعات صورت گرفته سطح مطلوب جایگزینی این کنجالهها با پودر ماهی ۲۰ تا ۴۰ درصد بر اساس کارایی و بازده اقتصادی گزارش شد. از جمله دلایل محدودیت جایگزینی در سطوح بالاتر به کمبود اسیدهایآمینه ضروری از جمله متیونین و لایزین در این اقلام نسبت به پودر ماهی اشاره شدهاست. به منظور برطرف کردن نیازمندی گونه هدف به اسیدهای آمینه ضروری دارای کمبود، ترکیب چند منبع گیاهی جهت جایگزینی پودر ماهی پیشنهاد میشود. عامل دیگر محدودیت در سطح بالای جایگزینی این کنجاله-ها وجود عوامل ضدتغذیهای در آنها است. برخی عوامل ضدتغذیهای بر طعم غذا تأثیر گذارند. کاهش کارایی رشد در برخی موارد ناشی از تاثیر این عوامل

ضدتغذیه‌ای بر طعم غذا و به‌دنبال کاهش غذاگیری آبزیان می‌باشد. استفاده از این اقلام در جیره غذایی در جایگزینی جزئی (در سطح کمتر از نصف) پودر ماهی کارایی رشد مطلوب آبزیان را در طول دوره رشد در پی داشت. کنجاله دانه‌های روغنی از اقلام با صرفه اقتصادی نسبت به پودر ماهی در ساخت خوراک آبزیان هستند. با به کاربردن این منابع به صرفه در ساخت خوراک آبزیان هزینه تولید آبزیان کاسته میشود. با کاهش هزینه تولید، توسعه پایدار صنعت آبزی پروری فراهم می‌شود.

فهرست منابع

حکمت‌پور، ف. ۱۳۹۷. کاربرد منابع پروتئین حیوانی در تغذیه آبزیان. دوفصلنامه ماهیان دریایی،۲(۳)، ۴۱-۶۳

ABDEL-TAWWAB, M., AHMAD, M. H., KHATTAB, Y. A. & SHALABY, A. M. 2010. Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture,* 298**,** 267-274.

ALONGE, T., LAWAL, M., ADEROLU, A., AARODE, O. & SERIKI, B. 2016. Evaluation of soybean meal replacement with sesame seed meal using activated charcoal as an additive in the diet of African catfish juveniles, *Clarias gariepinus*. *Int. J. Aquat. Biol.* 4(1), 43-50

ANTOLOVIĆ, N., KOŽUL, V., ANTOLOVIĆ, M. & BOLOTIN, J. 2012. Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal on growth of juvenile saddled bream (Sparidae). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* 12**,** 247-252.

BATAL, A., DALE, N. & CAFE, M. 2005. Nutrient composition of peanut meal. *Journal of applied poultry research,* 14**,** 254-257.

BATAL, A., DALE, N. & PERSIA, M. 2011. Ingredient analysis table: 2012 edition. *Irving, TX: Informa*. pp.240

BERNARD, J. K. 2011. Feed Ingredients| Feed Concentrates: Oilseed and Oilseed Meals. *Encyclopedia of dairy sciences*, 2, 349–355.

BUREL, C., BOUJARD, T., TULLI, F. & KAUSHIK, S. J. 2000. Digestibility of extruded peas, extruded lupin, and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (P*setta maxima*). *Aquaculture,* 188**,** 285-298.

CARUSO ,G. 2015. Use of plant products as candidate fish meal substitutes: an emerging issue in aquaculture productions. *Fisheries and Aquaculture Journal,* 6**,** 1-8.

CHOU, R., HER, B., SU, M., HWANG, G., WU, Y. & CHEN, H. 2004. Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture,* 229**,** 325-333.

DAY, O. & GONZALEZ, H. P. 2000. Soybean protein concentrate as a protein source for turbot *Scophthalmus maximus* L. *Aquaculture Nutrition,* 6**,** 221-228.

DERNEKBAŞı, S., KARAYUCEL ,İ. & AKYUZ, A. P. 2017. Evaluation of sesame (*Sesamum indicum*) seed meal as a replacer for soybean meal in the diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Su Ürünleri Dergisi*, 34**,** 31-39.

EL-SAIDY, D., MAHMOUD, S. & TONSY, H. 2009. Nutrition evaluation of sesame seed meal, *Sesamum indicum* (L.) as alternative protein source in diets of juvenile mono-sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries,* 13**,** 93-106.

EL-SAYED, A. F. M. & TACON, A. 1997 .Fishmeal replacers for tilapia*:* A review. In : TACON A.G.J. & BASURCO, B. (ed.). Feeding tomorrow's fish. *Zaragoza : CIHEAM,* p. 205-224.

ESTRUCH, G., COLLADO, M. C., MONGE-ORTIZ, R., TOMáS-VIDAL, A., JOVER-CERDá, M., PEñARANDA, D. S., MARTíNEZ, G. P. & MARTíNEZ-LLORENS, S. 2018. Long-term feeding with high plant protein based diets in gilthead seabream (*Sparus aurata*, L.) leads to changes in the inflammatory and immune related gene expression at intestinal level. *BMC veterinary research,* 14**,** 302.

GATLIN III, D. M., BARROWS, F. T., BROWN, P., DABROWSKI, K., GAYLORD, T. G ,. HARDY, R. W., HERMAN, E., HU, G., KROGDAHL, Å. & NELSON, R. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture research,* 38**,** 551-579.

GAYLORD, T. G., BARROWS, F. T., TEAGUE, A. M., JOHANSEN, K. A., OVERTURF, K. E. & SHEPHERD, B. 2007. Supplementation of taurine and methionine to all-plant protein diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture,* 269**,** 514-524.

GLENCROSS, B., HAWKINS, W. & CURNOW, J. 2004. Nutritional assessment of Australian canola meals. II. Evaluation of the influence of the canola oil extraction method on the protein value of canola meals fed to the red seabream (*Pagrus auratus*, Paulin). *Aquaculture Research,* 35**,** 25-34.

GLENCROSS, B., RUTHERFORD, N. & JONES, B. 2011. Evaluating options for fishmeal replacement in diets for juvenile barramundi (*Lates calcarifer*). *Aquaculture Nutrition,* 17**,** 722-732.

GRISDALE-HELLAND, B., HELLAND, S., BAEVERFJORD, G. & BERGE, G. 2002. Full-fat soybean meal in diets for Atlantic halibut: growth, metabolism and intestinal histology. *Aquaculture nutrition,* 8**,** 265-270.

HARDY, R. W. 2010. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research,* 41**,** 770-776.

JOHNSON, L., SULEIMAN, T. & LUSAS, E .1979 .Sesame protein: A review and prospectus. *Journal of the American Oil Chemists' Society,* 56**,** 463-468.

JULIUS, O. O. & QUINN, G. P. 2019. Research Article Nutritional Evaluation of Defatted Groundnut Cake meal with Amino acid as Protein Supplement in African Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) Juveniles Diet. *Journal of Fisheries and Aquatic Science,* 14(1), 7-14.

KIKUCHI, K. 1999. Use of defatted soybean meal as a substitute for fish meal in diets of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture,* 179, 3-11.

LEE, K.-J., RINCHARD, J., DABROWSKI, K., BABIAK, I., OTTOBRE, J. S. & CHRISTENSEN, J. E. 2006. Long-term effects of dietary cottonseed meal on growth and reproductive performance of rainbow trout: three-year study. *Animal Feed Science and Technology,* 126**,** 93-106.

LI, M. H. & LUCAS, P. M. 2017. Evaluation of Peanut Meal as an Alternative Dietary Protein Source for Channel Catfish. *North American Journal of Aquaculture,* 79**,** 95-99.

LIM, S.-J., KIM, S.-S., KO, G.-Y., SONG, J.-W., OH, D.-H., KIM, J.-D., KIM, J.-U. & LEE, K.-J. 2011. Fish meal replacement by soybean meal in diets for Tiger puffer, *Takifugu rubripes*. *Aquaculture,* 313**,** 165-170.

LIU, X .H., YE, J. D., WANG, K., KONG, J. H., YANG, W. & ZHOU, L. 2012. Partial replacement of fish meal with peanut meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Research,* 43**,** 745-755.

MAMPUTU, M. & BUHR, R. 1991. Effects of substituting sesame meal for soyabean meal on layer performance. *Poult. Sci,* 70**,** 77.

MARTíNEZ-LLORENS, S., BAEZA-ARIñO, R., NOGALES-MERIDA, S., JOVER-CERDá, M. & TOMáS-VIDAL, A. 2012. Carob seed germ meal as a partial substitute in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: Amino acid retention, digestibility, gut and liver histology. *Aquaculture,* 338**,** 124-133.

MUGO-BUNDI, J., OYOO-OKOTH, E., NGUGI, C. C., MANGUYA-LUSEGA, D., RASOWO, J., CHEPKIRUI-BOIT, V., OPIYO, M. & NJIRU, J. 2013. Utilization of *Caridina nilotica* (Roux) meal as a protein ingredient in feeds for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research,* 46(2), 346-347.

MWACHIREYA, S., BEAMES, R., HIGGS, D. & 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.

NANG THU, T., BODIN, N., DE SAEGER, S., LARONDELLE, Y. & ROLLIN, X. 2011. Substitution of fish meal by sesame oil cake (*Sesamum indicum* L.) in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) . *Aquaculture Nutrition,* 17**,** 80-89.

NGO, D. T., PIROZZI, I. & GLENCROSS, B. 2015. Digestibility of canola meals in barramundi (Asian seabass; *Lates calcarifer*). *Aquaculture,* 435**,** 442-449.

OGELLO, E. O., KEMBENYA, E. M., GITHUKIA, C. M., AERA, C. N., MUNGUTI, J. M. & NYAMWEYA, C. S. 2017. Substitution of fish meal with sunflower seed meal in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) reared in earthen ponds. *Journal of Applied Aquaculture,* 29**,** 81-99.

OLIVA-TELES, A., ENES, P. & PERES, H. 2015. Replacing fishmeal and fish oil in industrial aquafeeds for carnivorous fish. In: Davis, D.A.(ed). Feed and feeding practices in aquaculture. *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition,* pp. 203-233.

ONSAARD, E., POMSAMUD, P. & AUDTUM, P. 2010. Functional properties of sesame protein concentrates from sesame meal. *Asian Journal of Food and Agro-Industry,* 3**,** 420-431.

RANJHAN, R. & ATHITHAN, S. 2015. Replacement of fish meal with canola/rapeseeds meal in aquaculture diets. *Int. J. Multidisciplinary Research and Dev,* 2**,** 180-185.

REFSTIE, S., KORSOEN, Ø. J., STOREBAKKEN, T., BAEVERFJORD, G., LEIN, I. & ROEM, A. J. 2000. Differing nutritional responses to dietary soybean meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture,* 190**,** 49-63.

REIGH, R. C. 2008. Underutilized and unconventional plant protein supplements. In: Lim, C., Webster, C.D. & Lee, C.S. (eds). Alternatives Protein Sources in Aquaculture Diets. *Haworth Press, New York, USA***,** pp. 433-474.

ROBAINA, L., IZQUIERDO, M., MOYANO, F., SOCORRO, J., VERGARA, J., MONTERO, D. & FERNANDEZ-PALACIOS, H. 1995 . Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): nutritional and histological implications. *Aquaculture,* 130**,** 219-233.

SAJJADI, M. & 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**,** 417-431.

SAUVANT, D., PEREZ, J. & TRAN, G. 2002. Tables de composition et de valeur nutritive des matieres premieres destinees aux animaux d'elevage Porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. *Bulletin veterinaire bimestriel-societe veterinaire pratique de France,* 86**,** 329-329.

SHAFAEIPOUR, A., YAVARI, V., FALAHATKAR, B., MAREMMAZI, J. G. & GORJIPOUR, E. 2008. Effects of canola meal on physiological and biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition***,** 14(2), 110–119.

SHIPTON, T. & HECHT, T. 2005. A synthesis of the formulated animal and aquafeed industry in sub-Saharan African. *A synthesis of the formulated animal and aqua feed industry in sub-Saharan Africa. CIFA Occasional Paper***,** 1-13.

SKIBA, S., MEDALE, F., KAUHIK, S., LEMARIE, S. & GAUNAND, A. 2014. Replacement of marine ingredients by plant products in fish diets. *[Research Report] Inconnu, 25 p. ffhal-01901445*

SUáREZ, J., GAXIOLA, G., MENDOZA, R., CADAVID, S., GARCIA, G., ALANIS, G., SUáREZ, A., FAILLACE, J. & CUZON, G. 2009. Substitution of fish meal with plant protein sources and energy budget for white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture,* 289**,** 118-123.

TACON, A. G., HASAN, M. R & .METIAN, M. 2011. Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and prospects. *FAO Fisheries and Aquaculture technical paper*, I.

TACON, A. G. & METIAN, M. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, 285, 146-158.

TAKII, K., KITA, E., NAKAMURA, M., KUMAI, H. & YAGI, T. 1999. Evaluation of rapeseed protein concentration as protein source of diet for red sea bream. *Fisheries science*, 65, 150-154.

THU, T. T. N., PARKOUDA, C., DE SAEGER, S., LARONDELLE, Y. & ROLLIN, X. 2007. Comparison of the lysine utilization efficiency in different plant protein sources supplemented with l-lysine· HCl in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. *Aquaculture*, 272, 477-488.

TOMáS, A., DE LA GáNDARA, F., GARCIA-GOMEZ, A., PEREZ, L. & JOVER, M. 2005. Utilization of soybean meal as an alternative protein source in the Mediterranean yellowtail, *Seriola dumerili*. *Aquaculture Nutrition*, 11, 333-340.

YAGHOUBI, M., MOZANZADEH, M. T., MARAMMAZI, J. G., SAFARI, O. & GISBERT, E. 2016. Dietary replacement of fish meal by soy products (soybean meal and isolated soy protein) in silvery-black porgy juveniles (*Sparidentex hasta*). *Aquaculture*, 464, 50-59.

YASOTHAI, R .2014 .Chemical composition of sesame oil cake–review. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 3, 827-835.

YE, G., DONG, X., YANG, Q., CHI, S., LIU, H., ZHANG, H., TAN, B. & ZHANG, S. 2020. Dietary replacement of fish meal with peanut meal in juvenile hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*♀× *Epinephelus lanceolatus*♂): Growth performance, immune response and intestinal microbiota. *Aquaculture Reports*, 17, 100327.

YIGIT, M., ERGUN, S., TURKER, A., HARMANTEPE, B. & ERTEKEN, A. 2010 .Evaluation of soybean meal as a protein source and its effect on growth and nitrogen utilization of black sea turbot (*Psetta maeotica*) juveniles. *Journal of Marine Science and Technology*, 18, 682-688.

YıLDıRıM, Ö., ACAR, Ü., TURKER, A., SUNAR, M. C. & KESBIC, O. S. 2014. Effects of Replacing Fish Meal with Peanut Meal (*Arachis hypogaea*) on Growth, Feed Utilization and Body Composition of Mozambique Tilapia Fries (*Oreochromis mossambicus*). *Pakistan Journal of Zoology*,12, 46-54.

ZHANG, C., RAHIMNEJAD, S., WANG ,Y.-R., LU, K., SONG, K., WANG, L. & MAI, K. 2018. Substituting fish meal with soybean meal in diets for Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*): Effects on growth, digestive enzymes activity, gut histology, and expression of gut inflammatory and transporter genes. *Aquaculture*, 483, 173-182.

Utilization of oil seed meal as Candidate Fish Meal Substitutes for marine fish nutrition

Fatemeh Hekmatpour[1*]

1- South of Iran Aquaculture Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran.

*Corresponding author: Hekmatpourf(@)gmail.com

Abstract

Fish meal is the most important protein source in the marine carnivorous fish diet. The need for this protein source has increased with the increase in aquaculture industry production, reciprocally. During these years, the supply of trash fish to produce fish meal decreased significantly. Reduced access to fishmeal and rising demand, followed by increasing prices, is a challenge to the sustainability and development of the marine fish culture. Accordingly, the study of finding new protein sources for complete or partial replacement of fish meal has become an important issue in the fish nutrition industry. Oilseed meal is one of the plant protein sources with moderate protein content (30 -50%). The use of oilseed meal up to 40% replacement of fish meal has resulted in growth performance, feed and economic efficiency comparable to diets containing fish meal as the main protein source. Decreasing the half level of fish meal in the marine fish diet by using this economical meal reduces the cost of formulated feed. Therefore, the cost of marine fish culture will be reduced, and the possibility of sustainable development of this industry will be provided.

Keywords: Marine fish nutrition, Oilseed meal/ cake, Fish meal replacement, anti-nutritional factors