CC BY

مقاله علمی– مروری:

معرفی دانه کتان (*Linum usitatissimum L.*) و مروری بر نقش آن در تغذیه آبزیان

محمدمهدی شاه‌محمدپورعسکری*[۱]، امید صفری[۱]

*mmsh137798@gmail.com

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: آبان ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۴۰۰

چکیده

یکی از چالش‌های پیش‌روی رشد روزافزون صنعت آبزی‌پروری در دهه گذشته، توجه به تولید جیره‌های غذایی اقتصادی می‌باشد. پودر ماهی به عنوان یک منبع تامین‌کننده پروتئین مورد نیاز گونه‌های آبزی با مشکلاتی همچون افزایش قیمت، نوسان کیفیت و وجود آلاینده‌های مختلف شیمیایی و میکروبی روبروست. لذا، توجه به استفاده از منابع پروتئینی جایگزین پودر ماهی از جمله منابع پروتئین گیاهی مورد توجه می‌باشد. دانه کتان به عنوان یک منبع تامین‌کننده پروتئین خام، چربی خام و اسیدهای چرب، پیش‌ساز و ضروری است. روغن به‌ویژه کنجاله دانه کتان ارزش غذایی مطلوبی با هدف استفاده در جیره غذایی آبزیان دارد. وجود برخی ترکیبات ضد تغذیه‌ای همچون لیناماری‌ن از گروه گلیکوزیدهای سیانوژن در بذر کتان استفاده از این ترکیب غذایی ارزشمند را در جیره غذایی آبزیان با مشکل روبرو کرده است. استفاده از روش‌های فرآوری مناسب همچون اکسپند و اکسترود باعث کاهش این ترکیبات می‌شود.

کلمات کلیدی: آبزی‌پروری، کنجاله کتان، جیره غذایی، فرآوری، تولید پایدار

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-01-05]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.4.6.3]

مقدمه

از سال ۱۹۵۰ صنعت آبزی‌پروری، با افزایش سالانه تقریباً ۱۰ درصد در بخش کشاورزی سریع‌ترین رشد را در جهان داشته است (FAO, 2020). با رشد تولیدات صنعت آبزی‌پروری و افزایش سهم این منبع پروتئینی سالم در سبد غذایی بشر، نیاز به غذایی آبزیان نیز در حال افزایش است (Hekmatpour, 2021). مهم‌ترین و بیشترین هزینه در آبزی‌پروری (۸۰-۳۰ درصد) مربوط به تغذیه می‌باشد (Avnimelech, 2009). مهم‌ترین منابع مورد استفاده در جیره غذایی آبزیان پرورشی جهت تامین نیازهای چربی و پروتئین آنها، پودر و روغن ماهی است (Falahatkar *et al.*, 2019). به دلیل محدودیت در منابع دریایی جهت استحصال پودر و روغن ماهی و قیمت زیاد آنها، صنعت پرورش آبزیان به‌سرعت در حال حرکت به سمت استفاده از محصولات گیاهی جهت کاهش میزان هزینه‌ها و افزایش کارایی تولید می‌باشد. روغن و کنجاله (باقی‌مانده دانه‌های روغنی بعد از روغن‌کشی) دانه‌های روغنی پتانسیل زیادی جهت جایگزینی با منابع دریایی مورد استفاده در جیره غذایی آبزیان دارند (Hekmatpour, 2021). از جمله این دانه‌های روغنی، می‌توان دانه گیاه کتان را نام برد. دانه یا بذر کتان که در زبان انگلیسی Linseed و Flaxseed نامیده می‌شود (Padidavaran Nikan Fidar, 2013)، در زمره یکی از قدیمی‌ترین کشت و کارهای جهان بوده که کشت آن در مدیترانه، قفقاز و خاور دور طی ۱۵۰۰۰-۱۰۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح متداول بوده است و از الیاف و دانه آن استفاده می‌شد. کتان زراعی (*Linum usitatissimum L.*) دارای ارزش اقتصادی زیاد و مقادیر فروانی از روغن، پروتئین خام و فیبر غذایی است. در صنعت، روغن دانه کتان در تهیه رنگ، مرکب چاپ، پارچه‌های عایق، صابون و در پوشش و جلای چوب نیز کاربرد دارد. همچنین الیافی (فیبر) استخراجی از ساقه کتان در تهیه کاغذ، بافت قالی، پتو، طناب و پارچه‌های ظریف به‌کار می‌روند. کتان علاوه بر اینکه یک گیاه صنعتی است، یک گیاه دارویی مهم نیز محسوب می‌شود و ترکیبات تشکیل‌دهنده آن ضامن سلامتی انسان می‌باشد. به‌علاوه، پتانسیل غذایی کتان، آن را به عنوان یک مکمل غذایی در بین غذاهای دنیا مطرح می‌کند. روغن این گیاه یا فراورده‌های حاصل از استخراج اسیدهای چرب آن، نقش به‌سزایی در تقویت قوه بینایی کودکان، نگهداری پوست، کاهش کلسترول خون، جلوگیری از التهاب، جلوگیری از سرطان سینه و روده و تقویت کننده معده دارد. همچنین روغن این دانه، غنی‌ترین منبع اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳ در جهان است و دارای بیش از دو برابر امگا ۳ موجود در روغن ماهی در حجم مساوی می‌باشد (Qanavati, 2017). در این مطلب بر این شدیم تا به مروری بر ویژگی‌های دانه کتان، فراورده‌های جانبی و نحوه استحصال آنها از دانه، آنالیز ترکیبات تشکیل‌دهنده و نیز کاربرد دانه کتان در تغذیه آبزیان پرورشی مورد بررسی قرار گیرد.

بذر یا دانه کتان

دانه‌های کتان بیضی شکل، مسطح، در انتها نوک تیز و در رنگ‌های قهوه‌ای روشن یا قهوه‌ای تیره براق یا طلایی یافت می‌شوند که دارای ارزش غذایی یکسانی هستند. طول دانه ۶-۳ میلی‌متر و عرض آن به ۳-۲ میلی‌متر می‌رسد. وزن هزار دانه آن ۱۳-۵ گرم است (شکل ۱).

شکل ۱: دانه‌های کتان

به طور متوسط بذر کتان حاوی ۴۱ درصد چربی شامل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع ، ۲۸ درصد فیبر شامل فیبر محلول و نامحلول ۲۰ درصد پروتئین، ۳/۴ درصد

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-01-05]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.4.6.3]

خاکستر و ۶ درصد کربوهیدرات و۷/۷ درصد رطوبت است. همچنین بذر کتان حاوی انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی از جمله اکثر ویتامین‌های گروه B بوده (Qanavati, 2017) و دارای مقادیر اندکی فسفاتید، منیزیم، منگنز و گلیکوزید سیانوژن نیز می‌باشد (Padidavaran Nikan Fidar, 2013).

روغن کتان

همان‌گونه که پیش‌تر ذکر شد، ۴۰-۳۰ درصد از دانه کتان روغنی متشکل از روغن است (Qanavati, 2017). روغن بذر کتان از ترکیب اسیدهای چربی تشکیل شده است که به طور متوسط فقط ۹ درصد از آن را اسیدهای چرب اشباع شده تشکیل می‌دهد. اسیدهای چرب دارای یک باند مضاعف موسوم به اسیدهای چرب بینابین در حدود ۱۸ درصد و اسیدهای چرب غیر اشباع با بیشتر از یک باند مضاعف (PUFA)[1] به طور تخمینی تا ۷۳ درصد از چربی موجود در دانه کتان را تشکیل می‌دهند. محتویات PUFA ها شامل ۱۶ درصد اسیدهای چرب امگا ۶، عمدتاً لینولئیک اسید (LA) و ۵۷ درصد آلفا لینولئیک اسید (ALA) و یک اسید چرب دیگر از گروه امگا-۳ می‌باشند. هر دوی ALA و LA در ردیف اسیدهای چرب ضروری هستند و برای رشد، ساختار و عملکرد مناسب سلول‌ها در ماهی بسیار ضروری هستند (Falahatkar *et al.*, 2019). ALA ممکن است در بدن به ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) تبدیل شود. نسبت امگا ۶ به امگا ۳ در روغن‌های گیاهی یکی از شاخصه‌های شناخت کیفیت آن به‌شمار می‌رود و هر چه نسبت امگا ۳ به امگا ۶ بیشتر باشد، روغن از کیفیت بیشتری برخوردار است و با توجه به جدول ۱ بذر کتان دارای مقادیر بسیار بیشتری از امگا ۳ در مقایسه با امگا ۶ بوده و در نتیجه، از کیفیت زیادی به این لحاظ برخوردار است (Padidavaran Nikan Fidar, 2013). به‌جز اسیدهای چرب، روغن کتان شامل مواد موسیلاژی (۸-۳ درصد) است. موسین یا موسیلاژ در بخش خارجی پوسته دانه کتان یافت می‌شود و در معالجه برخی بیماری‌ها مربوط به پوست در انسان کاربرد دارد. موسین قابل حل در آب و غیر قابل هضم بوده و مواد کربوهیدراتی آن شامل لاکتوز، زایلوز، آرابینوز، رامنوز و اسید گالاکتورونیک می‌باشد. قسمت اعظم مواد موسیلاژی را اسید گالاکتورونیک تشکیل می‌دهد. با جذب آب آن در روده، میزان ویسکوزیته دیواره روده افزایش می‌یابد. تغذیه با بذر کتان به مقدار زیادی کاهش تولید را به‌دنبال دارد که علت اصلی آن افزایش مقدار ویسکوزیته در روده به علت حضور مقدار زیادی موسیلاژ است (جدول ۱).

مراحل استخراج روغن تخم کتان

مراحل استخراج روغن تخم کتان شامل شکستن دانه، فلیک و پرس کردن با شفت‌های آب سرد یا ابتدا پرس گرم و به دنبال آن، استخراج باقی‌مانده روغن با حلال است. روغن استخراج شده از بافت‌های مرطوب مانند دانه‌های نارس معمولاً حاوی مقادیر قابل‌توجهی از اسیدهای چرب آزاد است که مربوط به عمل آنزیم لیپاز می‌شود. روغن‌کشی از تخم کتان به یکی از دو روش قدیمی (مکانیکی یا هیدرولیکی) یا جدید (حلال) انجام می‌شود. در روش استخراج با حلال[2] ابتدا دانه‌های روغنی در اثر عبور از لای غلتک شکاف برداشته و سپس به مدت ۱۰ دقیقه تحت حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار می‌گیرند. سپس از تعدادی غلتک‌های خرد کننده عبور می‌کنند و ضمن آن به صورت پولکی[3] درمی‌آیند. پولک‌ها تا ۴۵ درجه سانتی گراد سرد شده و سپس به قسمت استخراج روغن منتقل می‌گردند. در این بخش، روغن به‌وسیله هگزان (حلال) استخراج می‌شود. پولک‌های روغن‌کشی شده به خشک‌کن منتقل شده و سپس به دستگاه برشته کن انتقال می‌یابند و پس از سرد شدن، خرد می‌گردند. فرآورده حاصه پس از روغن‌کشی کنجاله است که ممکن است پلت یا به صورت خرد شده به بازار عرضه شود. در روش هیدرولیکی استخراج روغن[4] که به روش قدیمی و روش مکانیکی نیز مرسوم است، دانه‌های روغنی خام مراحل شکاف داده شدن، پولکی شدن و خرد شدن را طی می‌کنند. سپس مواد پولکی به مخازن پخت انتقال می‌یابند و در این بخش به مدت ۹۰ دقیقه تحت حرارت خشک و بخار قرار می‌گیرند. بعد از پخت، پولک‌های حرارت دیده به صورت تکه‌ای درآمده و در پارچه‌های ضخیم بسته‌بندی شده و برای استخراج مکانیکی روغن تحت پرس هیدرولیکی قرار می‌گیرند.

[1] Poly-unsaturated fatty acids (PUFA)

[2] Extraction Solvent
[3] Flaked
[4] Extraction hydraulic

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-01-05]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.4.6.3]

جدول ۱: ترکیب اسیدهای چرب دانه کتان (Padidavaran Nikan Fidar, 2013)

نوع اسید چرب	ساختار شیمیایی	درصد اسید چرب موجود در روغن
اسید پالمیتیک	C16:O	۵/۲
اسید استریک	C18:D	۳/۴
اسید اولیئک(امگا ۹)	C18:1	۱۸/۱
اسید لینولئیک(امگا ۶)	C18:2n-6	۱۵
اسید آلفا لینولئیک(امگا ۳)	C18:3n-7	۵۷/۹

این مرحله یک ساعت طول می‌کشد. پس از استخراج، کنجاله‌های روغن‌کشی شده خرد می‌شوند. این کنجاله‌ها ممکن است ۸-۵ درصد روغن داشته باشند. کنجاله‌هایی که با روش هیدرولیکی تهیه می‌شوند، حاوی چربی بیشتر و پروتئین کمتر از کنجاله‌هایی هستند که در روش حلال به‌دست می‌آیند (در روش حلال کنجاله به‌دست آمده حاوی کمتر از ۱ درصد چربی است).

کنجاله کتان

کنجاله کتان، پس‌مانده ریز آسیاب شده‌ای است که پس از استخراج روغن از تخم کتان به‌دست می‌آید. بخش عمده کنجاله دانه کتان موجود در بازار با استفاده از حلال روغن‌کشی شده است. محتوای پروتئین این کنجاله بسته به روش روغن‌کشی متفاوت است به‌طوری‌که کمترین میزان پروتئین در کنجاله کتان روغن‌کشی شده به روش استخراج حلالی و بیشترین میزان پروتئین در کنجاله کتان روغن‌کشی شده به روش هیدرولیکی یا مکانیکی یافت می‌شود (Hekmatpour, 2021).

ترکیبات تشکیل‌دهنده دانه کتان

مقادیر ترکیبات تشکیل‌دهنده، انرژی قابل متابولیزه و درصد قابلیت هضم اسیدهای آمینه در دانه کتان، کنجاله کتان مستحصل به روش مکانیکی یا تحت فشار و کنجاله مستحصل به روش حلالی در ذیل در جداول ۲ الی ۷ آورده شده است.

جدول ۲: ترکیب شیمیایی و انرژی قابل متابولیزه (ME) موجود در دانه کتان، کنجاله روغن کشی شده تحت فشار ، کنجاله روغن کشی شده توسط حلال و روغن کتان (Lee *et al.*, 1995)

نوع ماده	بذر کتان	کنجاله استحصالی تحت فشار	کنجاله استحصالی به‌وسیله حلال	روغن کتان
رطوبت (٪)	۹۳	۹۱	۸۱	-
پروتئین خام (٪)	۲۲	۳۱/۵	۳۳	-
عصاره اتری (٪)	۴۰/۵	۵/۱	۰/۵	-
فیبر خام (٪)	۶/۵	۹/۵	۹/۵	-
کلسیم (٪)	۰/۲۵	۰/۴۰	۰/۳۵	-
خاکستر (٪)	-	۶	۶	-
انرژی خام (Kcal/kg)	۶۵۳۰	۴۵۰۰	-	-

جدول ۳: ترکیب اسید آمینه‌های موجود در بذر، کنجاله روغن کشی شده تحت فشار و کنجاله روغن کشی شده به وسیله حلال (درصد) (Lee *et al.*, 1995)

آمینواسید	بذر کتان	کنجاله استحصالی تحت فشار	کنجاله استحصالی به‌وسیله حلال
متیونین	۰/۳۷	۰/۵۳	۰/۴۸
سیستین	۰/۴۲	۰/۵۶	۰/۵۸
لیزین	۰/۹۹	۱/۱۸	۱/۱۰
تریپتوفان	۰/۲۲	۰/۴۷	۰/۴۸
ترئونین	۰/۸۹	۱/۱۲	۱/۲۰

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-01-05]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.4.6.3]

آمینواسید	بذر کتان	کنجاله استحصالی تحت فشار	کنجاله استحصالی به‌وسیله حلال
ایزولوسین	۱/۰۷	۱/۵۰	۱/۸۰
هیستیدین	۰/۵۳	۰/۶۰	۰/۷۰
والین	۱/۴۳	۱/۴۹	۱/۶۰
لوسین	۱/۴۳	۱/۴۸	۲

جدول ۴: درصد قابلیت هضم اسیدهای آمینه در بذر کتان، کنجاله روغن کشی شده تحت فشار، کنجاله روغن کشی شده به‌وسیله حلال (*Lee et al.*, 1995)

آمینو اسید	بذر قابلیت دسترسی حقیقی	بذر قابلیت دسترسی ظاهری	کنجاله تحت فشار قابلیت دسترسی حقیقی	کنجاله تحت فشار قابلیت دسترسی ظاهری
متیونین	۷۶	۷۳	۷۹	۷۶
لیزین	۸۱	۷۰	۸۰	۶۹
ترئونین	۷۱	۶۱	۷۴	۶۵
ایزولوسین	۸۳	۷۶	۸۲	۷۶
هیستیدین	۸۵	۷۸	۷۹	۷۲
والین	۸۰	۷۲	۸۰	۷۴
لویسین	۸۵	۷۵	۸۱	۷۵
آرژنین	۸۷	۸۱	۸۸	۸۲
فنیل آلانین	۸۳	۷۸	۸۵	۸۰

جدول ۵: ترکیب عمومی ویتامین‌های موجود در بذر کتان، کنجاله استحصالی تحت فشار و کنجاله استحصالی با حلال (Padidavaran Nikan Fidar, 2013)

ویتامین‌ها	بذر	کنجاله استحصالی تحت فشار	کنجاله استحصالی با حلال
ویتامین A (IU/g)	-	۰/۳	-
ویتامین E (mg/kg)	۱۸/۹۰	۷/۷۰	۵/۸۰
تیامین (mg/kg)	۷	۲/۶۰	۶/۶۰
ریبوفلاوین (mg/kg)	۴/۵۰	۴/۱۰	۴/۱۰
اسید پانتوتنیک (mg/kg)	-	۱۶/۵۰	۱۶/۵۰
اسید فولیک (ug/kg)	-	۲۹۰۰	۱۳۰۰
کولین (mg/kg)	۳۱۵۰	۱۶۷۲	۱۷۶۰
نیاسین (mg/kg)	۴۱	۳۷/۴	۳۲/۸

جدول ۶: ترکیب مواد معدنی موجود در بذر کتان، کنجاله استحصالی تحت فشار و کنجاله استحصالی به‌وسیله حلال (Padidavaran Nikan Fidar, 2013)

مواد معدنی	بذر	کنجاله استحصالی تحت فشار	کنجاله استحصالی با حلال
سدیم (٪)	۰/۸۰	۰/۱۱	۰/۱۴
پتاسیم (٪)	۱/۵۰	۱/۲۴	۱/۳۸
منیزیم (٪)	۰/۵۰	۰/۵۸	۰/۶۰
گوگرد (٪)	-	۰/۳۹	۰/۳۹
منگنز (ppm)	-	۳۹/۴	۳۷/۶
آهن (ppm)	۲۳۶	۲۰۰	۳۰۰
مس (ppm)	۲۲	۲۶/۴	۲۵/۷

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-01-05]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.4.6.3]

مواد معدنی	بذر	کنجاله استحصالی تحت فشار	کنجاله استحصالی با حلال
روی (ppm)	۹۱	-	-
سلنیوم (ppm)	-	۰/۵ تا ۱	۰/۵ تا ۱

جدول ۷: ترکیب عمومی فیبر و انرژی قابل هضم بذر کتان، کنجاله روغن‌کشی شده تحت فشار و کنجاله روغن‌کشی شده به‌وسیله حلال (Padidavaran Nikan Fidar)

اجزاء ترکیبی	بذر	کنجاله استحصال شده تحت فشار	کنجاله استحصال شده به‌وسیله حلال
TDN (٪)	۱۱۵	۸۲	۸۷
CP (٪)	۲۵/۶	۳۷/۹	۳۸/۳
عصاره اتری (٪)	۳۸/۳	۶	۱/۵
فیبرخام (٪)	۶/۷	۹/۶	۱۰/۱
NDF (٪)	۲۰/۲	۲۲/۶	۲۵/۹
ADF (٪)	۱۲/۴	۱۲/۸	۱۷/۳
پروتئین (درصد پروتئین خام)	-	۷۵/۴	۶۷/۲
NEm (Mcal/kg)	۳/۱۵	۲	۱/۸۷
NEg (Mcal/kg)	۱/۶۳	۱/۳۴	۱/۲۳
NEI (Mcal/kg)	۲/۶۸	۱/۸۹	۱/۷۸
کلسیم (٪)	۰/۲۳	۰/۴۵	۰/۴۳
فسفر (٪)	۰/۵۵	۰/۹۶	۰/۸۹

ترکیبات ضد تغذیه‌ای در کتان

کتان حاوی گلیکوزیدهای سیانوژن با نام لینوستاتین[1]، نئولینوستاتین[2] و لینامارین[3] است. عمده گلیکوزیدهای سیانوژن در بذر کتان مربوط به لینامارین است (Falahatkar *et al.*, 2019) که مقدار آن ۳۰۰-۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم بذر متغیر است. ترکیبات ضد تغذیه‌ای در روده بزرگ به‌وسیله آنزیم بتا- گلوکزیداز تجزیه می‌شوند و ممکن است موجب آزاد سازی هیدروژن سیانید و به میزان کم آلبیت را فراهم سازند. هیدروژن سیانید اگر بیش از اندازه جذب بدن شود، به عنوان یک بازدارنده تنفسی عمل می‌کند (Padidavaran Nikan Fidar, 2013). حرارت‌دهی حین فرآوری نظیر آنچه که در روغن‌کشی یا در فرآوری اکستروژن دانه کتان اتفاق می‌افتد، باعث دناتوره شدن (تغییر ماهیت دادن ساختار پروتئینی) ماده بتا - گلوکوزیداز می‌شود که این خود از تولید هیدروژن سیانید جلوگیری می‌کند و این خود یکی از مزایای مهم استفاده از کنجاله بذرکتان در مقایسه با بذرکتان است (Ganorkar and Jain, 2013). تراکم لینامارین در بذرهای نارس است و تغذیه این بذرها چنانچه تحت تاثیر حرارت قرار نگیرند بر کارائی تولید اثر منفی می‌گذارند. کتان حاوی لینتاتین است که به عنوان ماده رقابتی و ضد ویتامین B_6 (پیریدوکسین) شناخته شده است. به طور عموم تراکم این ماده در گیاهان کتان ۱۰۰-۲۰ میلی‌گرم است (Padidavaran Nikan Fidar, 2013).

همان‌گونه که ذکر شد، بذر کتان حاوی ۸-۳ درصد موسیلاژ است که وجود این ماده در بذر کتان، مصرف آن در خوراک آبزیان را دچار محدودیت می‌کند زیرا باعث کاهش عملکرد رشد می‌شود. توصیه محققان بر این است که یک آنزیم که بتواند به طور اختصاصی موسیلاژ کتان را هدف قرار دهد، قادر است میزان مصرف کتان را در جیره افزایش دهد. اما نکته مهمی که وجود دارد این است که امروزه چنین آنزیمی که به طور تجاری و رایج در دسترس باشد، هنوز موجود نیست. با توجه به این‌که مصرف بذر یا کنجاله کتان باعث افزایش ویسکوزیته می‌شود که در نتیجه آن مواد غذایی به صورت نیمه هضم شده از سیستم گوارش دفع خواهد شد، بهترین راهکار برای استفاده از بذر یا کنجاله کتان در جیره افزودن آن به صورت تدریجی در طول زمان است تا از به‌هم ریختگی

[1] Linustatin
[2] Neo- linustatin
[3] Linamarin

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-01-05]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.4.6.3]

سیستم گوارش جلوگیری شود (Padidavaran Nikan Fidar, 2013; Hosseinikhah *et al*., 2015).

فرآوری بذر کتان

فرآوری دانه کتان، میزان مواد مغذی موجود در آن را بهتر در دسترس آبزیان قرار می‌دهد و در عین حال از تاثیر مواد ضد تغذیه‌ای می‌کاهد. آسیاب کردن دانه کتان میزان انرژی قابل متابولیزه (ME) آن را تا ۱۶ درصد افزایش می‌دهد. تغذیه دانه کامل باعث کاهش وزن، کاهش مصرف خوراک و افزایش ضریب تبدیل (FCR) می‌گردد، اما زمانی که همین خوراک به صورت پلت در بیاید، به طور معنی‌داری افزایش روزانه وزن، کاهش میزان FCR و همینطور افزایش مصرف آن را در پی خواهد داشت. پژوهش‌ها نشان می‌دهد، با پلت کردن دانه کتان میزان ماندگاری آن تا ۳ برابر و تا ۲۹ درصد افزایش می‌یابد. همچنین برشته کردن دانه کتان در ماکرو ویو به مدت ۴ دقیقه می‌تواند مصرف اسیدهای چرب را تا ۳۹ درصد و همچنین استفاده از اتوکلاو می‌تواند میزان مصرف چربی را تا ۲۰ درصد افزایش دهد. شایان ذکر است، ماندگاری ازت نیز به طور معنی داری با حرارت و فرآوری فیزیکی دانه افزایش خواهد یافت. علاوه بر روش‌های مذکور، امروزه اکستروژن یا استفاده از سامانه اکسترود کردن دانه کتان به عنوان آخرین و بهترین شیوه فراوری در در صنعت خوراک آبزیان نقش تعیین کننده‌ای ایفاء می‌کند که از جمله مزایای استفاده از این سیستم می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود: (Arsalan *et al*., 2012).

۱- از آن‌جایی‌که در اکسترود توأم با بخار، حرارت بالا در یک زمان کوتاه اتفاق می‌افتد. در نتیجه، عوامل ضد تغذیه‌ای موجود در دانه تجزیه و غیرفعال می‌گردد.

۲- اکسترود توأم با بخار میزان قابلیت هضم دانه کتان را افزایش می‌دهد.

۳- فرآیند پخت به شیوه اکسترود باعث می‌شود تا میزان ژلاتینه شدن نشاسته بذر کتان آسیاب شده افزایش یافته و به سبب آن یک خوراک با میزان درصد ثابت مواد مغذی و کیفیت بالاتر به وجود می‌آید. به احتمال زیاد، حرارت توأم با فشار در دستگاه اکسترودر ماهیت ساختار شیمیایی کربوهیدرات‌های متشکله را تغییر داده و از شکل‌گیری موسیلاژ در سیستم گوارش جلوگیری می‌کند.

۴- تحقیقات ثابت کرده‌اند که اکسترودر توأم با بخار قادر است عوامل بیماری‌زا موجود در خوراک عبوری از سیستم را نابود سازد. فرآوری پخت در اکسترودر و تحت شرایط پخت مناسب، تمام پاتوژن‌ها را از بین می‌برد (Sargent *et al*., 1995; Padidavaran Nikan Fidar, 2013).

تأثیر مصرف کتان در آبزیان

یکی از نگرانی‌های اصلی که صنعت آبزی پروری با آن مواجه است، وابستگی زیاد آن به روغن ماهی است. لیپیدها یکی از منابع مهم اسیدهای چرب ضروری در رژیم غذایی آبزیان می‌باشند. اهمیت اسیدهای چرب به‌شدت غیر اشباع مانند دوکوزا هگزائونیک اسید (DHA , 22:6n-3) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA, 20:5n-3) در تغذیه ماهی به‌شدت زیاد است. این اسیدهای چرب برای رشد بهینه ماهی و تکامل گنادهای جنسی ضروری می‌باشند (Jorjani *et al*., 2014). در پی افزایش مصرف انسانی آبزیان، کاهش صید جهانی آن، توسعه صنعت آبزی‌پروری و نیاز روز افزون به تولید خوراک آبزیان، در آینده دسترسی به آرد ماهی و روغن ماهی بسیار دشوار خواهد بود (Hosseinikhah *et al*., 2015). در سال‌های اخیر، تلاش‌های تحقیقاتی زیادی برای یافتن جایگزین‌های مناسب برای روغن ماهی انجام گرفت. چالش اصلی در این تحقیقات، حفظ تاثیرات مثبت شناسایی شده برای اسیدهای چرب EPA و DHA در ماهیان مصرفی می‌باشد (Jorjani et al., 2014). ماهیان قادرند از روغن گیاهی نیز به عنوان منبع انرژی استفاده کنند ولی مشکل عمده پیش روی جایگزینی روغن ماهی با روغن گیاهی فقیر بودن منابع گیاهی از اسید چرب HUFA مثل EPA و DHAاست. پژوهش‌های زیادی ثابت کرده است که ماهیان آب شیرین مثل قزل‌آلای رنگین‌کمان قادر به ساخت اسیدهای چرب ضروری EPA و DHA از لینولنیک اسید است (Pejman Mehr *et al*., 2013). در دهه‌های اخیر تولید روغن ماهی ثابت باقی مانده است ولی تولید روغن‌های گیاهی به طور قابل ملاحظه‌ای در جهان افزایش داشته است IFFO, (2008). سهولت در دسترسی به روغن‌های گیاهی، قیمت پایین‌تر و نیز پایداری بیشتر این روغن‌ها در مقایسه با روغن ماهی، موجب شده است که روغن‌های گیاهی جایگزین مناسبی به جای روغن ماهی در صنعت تولید خوراک آبزیان

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-01-05]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.4.6.3]

باشند (Pouria, 2016). بسیاری از روغن‌های گیاهی دارای پتانسیل بالقوه‌ای برای جبران و برآورده نمودن نیازهای تغذیه‌ای و متابولیک ماهیان هستند (Arsalan *et al.*, 2012). پژوهشگران ثابت کرده‌اند که روغن‌های گیاهی، از جمله کتان می‌توانند در جیره آبزیان وارد شده و جایگزین روغن ماهی شوند، بدون اینکه تاثیری منفی بر کارایی رشد و ضریب تبدیل غذایی آنها داشته باشند (Guler and Yildiz, 2011). ترکیب چربی بدن ماهی به طور مستقیم به پروفیل چربی مورد مصرف در تغذیه آن‌ها ربط پیدا می‌کند. روغن کتان می‌تواند در جیره ماهیان وارد و به طور کامل جایگزین روغن ماهی گردد. از آن‌جایی‌که روغن کتان سرشار از امگا ۳ می‌باشد، ماهی مصرف‌کننده روغن کتان می‌تواند از آن به عنوان یک پروفیل چربی ایده‌آل در بدن خود استفاده کرده و آن را ذخیره نماید. روغن کتان استعداد زیادی به اکسیداسیون دارد و برای جلوگیری از اکسید شدن چربی کتان باید از آنتی اکسیدانت مناسب استفاده نمود. پژوهشگران همچنین بر پتانسیل استفاده از دانه کتان فرآوری شده در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مطالعاتی انجام دادند. گزارش نهایی آنها حاکی از آن بود که اکسترود توأم با بخار به طور معنی‌داری کارایی تولید و ضریب رشد قزل‌آلا را افزایش می‌دهند، بدون این‌که هیچ‌گونه اثرات منفی خاصی به‌دنبال داشته باشد. اکسترود دانه کتان همراه با سایر منابع پروتئینی می‌تواند یک پروفیل اسید آمینه‌های ضروری را در تغذیه آبزیان ارائه کند. تحقیقات دانشمندان در خصوص استفاده از بذر کتان اکسترود شده در تغذیه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان داد که با اضافه کردن ۱۲ درصد بذر کتان اکسترود شده در جیره این ماهیان در مقایسه با جیره ماهیانی که به همین میزان بذر کتان اکسترود نشده دریافت کرده بودند، افزایش وزن روزانه گروه اول به طور معنی‌داری بیشتر از گروه دوم بود. کارائی تولید گروه سوم که گروه شاهد و موازنه پروتئین جیره آن با استفاده از پودر ماهی مرغوب صورت گرفته بود، اختلاف معنی‌داری با کارایی تولید جیره حاوی بذر کتان اکسترود شده نشان نداد (Debbi L.Thiessen, 2011; Arsalan *et al.*, 2012; Padidavaran Nikan Fidar, 2013).

بحث

با توجه به محدودیت‌های محیط زیستی و هزینه زیاد روغن ماهی استفاده از منابع جایگزین برای روغن ماهی امری اجتناب ناپذیر است، لیکن این امر باید به‌گونه‌ای صورت بگیرد که اثر منفی بر رشد و متعاقباً بر تولید آبزی نداشته باشد. همچنین امنیت غذایی و سلامت مصرف‌کننده را به‌خوبی تأمین نماید. روغن ماهی انرژی و اسیدهای چرب ضروری را برای ماهی تامین می‌کند. پس اگر این نیاز ماهی را بتوان با روغن‌های گیاهی تأمین کرد، لذا می‌توان از روغن گیاهی همچون روغن بذر کتان به جای روغن ماهی استفاده کرد. همان‌طوری‌که پیشتر اشاره شد، ماهیان قادرند از روغن گیاهی نیز به عنوان منبع انرژی استفاده کنند، ولی مشکل عمده پیش روی جایگزین کردن روغن ماهی با روغن گیاهی فقیر بودن منابع گیاهی از اسید چرب HUFA مثل EPA و DHAاست که پژوهش‌های زیادی ثابت کرده است که ماهیان آب شیرین مثل قزل‌آلای رنگین‌کمان قادر به سنتز اسیدهای چرب ضروری EPA و DHA از لینولنیک اسید است (Pejman Mehr *et al*., 2013). کنجاله دانه‌های روغنی مانند کتان از اجزاء غذایی با صرفه اقتصادی نسبت به پودر ماهی در ساخت خوراک آبزیان هستند. با به‌کاربردن این منابع به‌صرفه در ساخت خوراک آبزیان هزینه تولید آبزیان کاسته می‌شود. با کاهش هزینه تولید، توسعه پایدار صنعت آبزی‌پروری فراهم می‌شود (Hekmatpour, 2021).

منابع

Arsalan, M., Sirkecioglu, N., Bayir, A., Arslan, H. and Aras, M., 2012. The Influence of Substitution of Dietary Fish Oil with Different Vegetable Oils on Performance and Fatty Acid Composition of Brown Trout, Salmo trutta. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 575-583.

Avnimelech, Y., 2009. Biofloc Technology, A Practical Guide Book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.182 P.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-01-05]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.4.6.3]

Debbie, L.Thiessen, 2011. Optimization of feed peas, canola and flaxseed for aqua feeds. The Canadian Prairie Perspective. MCN Bioproducts Inc.

Falahatkar, B., Sajjadi, M.M. and Qiyasi, S., 2019. The effect of feeding with diets containing flaxseed meal on growth performance and blood indices of farmed Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*), Iranian Journal of Natural Resources, serie 72, Number 2, Summer 2019, pp168-179. [In Persian]

FAO, 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture. https://doi.org/10.4060/ca9231en

Ganorkar, P.M. and Jain, R.K., 2013. Flaxseed a nutritional punch. *International Food Research Journal*, 20, 519-525.

Guler, M. and Yildiz, M., 2011. Effects of dietary fish oil replacement by cottonseed oil on growth performance and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 35(**3**), 157-167.

Hekmatpour F., 2021. Use of some oilseed meal to replace fish meal in sea fish nutrition, Marine Fish Quarterly, Fourth Year, No.2. [In Persian]

Hosseinikhah, S.M., Majazi Amiri, B., Rafiei, G., Farhangi, M. and Mousavi, S.M., 2015. The effect of fish oil replacement with vegetable oils on gonad development and changes in the levels of some sex hormones of female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Natural Resources*, 68, 2, 2015. [In Persian]

IFFO, 2008. International Fish Meal and Fish Oil Organisation Statistical Yearbook.

Jorjani, S., Qelichi, A. and Baghdadi, A., 2014. Effects of complete replacement of fish oil with vegetable oils on growth parameters, food efficiency and muscle fatty acid profile of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Aquaculture Development*, Year 8, Issue 3, Fall 2014. [In Persian]

Lee, K.H., QI, G.H. and SIM, J.S., 1995. Metabolizable energy and amino acid availability of full-fat seeds, meals, and oils of flax and canola. *Poultry Science*, 74, 1341-1348.

Padidavaran Nikan Fidar Company, 2013. The use of flaxseed fullfat in animal, poultry and aquatic nutrition. [In Persian] Available at: http://www.nikanfidar.com/2.pdf

Pejman Mehr, P., Farhangi, M. and Niknam Shiraz, A., 2013. Study of the distribution of essential fatty acids in plant and animal food sources with the aim of reducing the consumption of fish oil in the salmon diet, the second national conference on the development and breeding of cold-water fish, May 2013, Shahrekord. [In Persian]

Pouria, M., 2016. Replacement of fish meal and flour with plant compounds in farmed aquatic feed Caspian Sea Aquatic Extension Magazine, Fifth Year, No. 1, Spring and Summer 2016. [In Persian]

Qanavati, F., 2017. Domestication and introduction of flax plant, a plant with dual use of oil and fibers. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal*, 6, 1, pp. 51-62. [In Persian]

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-01-05]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.4.6.3]

Introduction of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) and an overview on its role in aquatics nutrition

Shuhmohammadpour Askari M.M.[1*]; Safari O.[1]

*mmsh137798@gmail.com

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Abstract

One of the challenges facing the increasing growth of the aquaculture industry in the last decade is paying attention to the production of economical aquafeeds. Fishmeal as a source of protein required by aquatic species faces problems such as price increment, quality fluctuation and the presence of various chemical and microbial contaminants. Therefore, attention to the use of alternative protein sources of fishmeal, including plant protein sources, is considered. Flaxseed is an essential source of crude protein, crude fat and precursor fatty acids. Oil, especially the meal of flaxseed, has a good nutritional value for use in aquatic diets. The presence of some anti-nutritional compounds such as linamarin from the group of cyanogen glycosides in flaxseed has made difficult on the use of this valuable nutrient in the diet of aquatic animals. The use of appropriate processing methods such as expansion and extrusion reduce these compounds.

Keywords: Aquaculture, Flax meal, Diet, Processing, Sustainable production

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-01-05]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1401.9.4.6.3]