مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

جایگزینی پودر ماهی با پودر ضایعات طیور و تأثیر آن بر شاخص‌های رشد و ترکیب بدن بچه تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii* (Brandt, 1869

بلال مولودی نیا[۱]، حمید علاف نویریان[۱*]، میرمسعود سجادی[۱]، ذبیح اله پژند[۲]، میرحامد سید حسنی[۲]

[۱] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، صندوق پستی ۱۱٤٤

[۲] مؤسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، صندوق پستی ۳٤٦٤-٤۱٦۳۵

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۶/۰۱/۲۹
اصلاح: ۹۶/۰۳/۱۴
پذیرش: ۹۶/۰۴/۱۶

کلمات کلیدی:
پودر ماهی
تغذیه
ضایعات طیور
ماهیان خاویاری

چکیده

هدف از این مطالعه تعیین اثر جایگزینی پودر ماهی با سطوح مختلف پودر ضایعات طیور بر عملکرد رشد و ترکیب بدن بچه تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) می‌باشد. ۱۳۵ عدد بچه تاس ماهی سیبری با میانگین وزن اولیه ۲/۳۹ ± ۱۶۹/۴ گرم به‌طور تصادفی در پنج تیمار با سه تکرار توزیع شدند. در طول دوره از جیره‌های غذایی با سطوح مختلف (صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد) پروتئین پودر ضایعات طیور جایگزین پروتئین پودر ماهی که دارای مقادیر یکسانی از ۴۱/۲۲ درصد پروتئین خام، ۱۵/۰۶ درصد چربی خام و ۱۹ مگاژول انرژی بودند استفاده شد. غذادهی ماهیان بر اساس اشتها و روزانه در سه نوبت (ساعات ۸:۰۰، ۱۴:۰۰ و ۱۸:۰۰) و به‌مدت ۹ هفته انجام شد. در پایان مطالعه، شاخص‌های رشد و آنالیز تقریبی لاشه مورد سنجش قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که از لحاظ عملکرد رشد تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای مختلف وجود ندارد ($P>0/05$). همچنین بر اساس نتایج به دست آمده از آنالیز شیمیایی ترکیبات بدن، از نظر میزان رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و دیگر تیمارها مشاهده نشد ($P>0/05$). نتایج این مطالعه نشان داد که ضایعات طیور را می‌توان تا میزان ۸۰ درصد جایگزین پودر ماهی در جیره غذایی بچه ماهیان تاس ماهی سیبری نمود بدون اینکه تأثیر منفی بر روی عملکرد رشد و ترکیب شیمیایی بدن داشته باشد.

مقدمــه

ماهیان خاویاری به‌واسطه سرعت رشد بالا، اندازه بزرگ و سازگاری بالا با محیط، در سراسر جهان به‌عنوان یک نامزد بالقوه در آبزی‌پروری به شمار می‌روند (Bronzi *et al.*, 2011). تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) گونه‌ای از تاس ماهیان است که به‌دلیل سرعت رشد بالا در شرایط پرورشی و دامنه تحمل تغییرات دمایی، تولید خاویار در سن کم، در سراسر جهان به‌منظور تولید گوشت و خاویار مورد استفاده قرار می‌گیرد (Adamek *et al.*, 2007; Hamlin *et al.*, 2011). این گونه ساکن آب‌های نواحی مصب و دلتای رودخانه‌های سیبری است و منابع غذایی اصلی این ماهیان را آمفی‌پودها، ایزوپودها، لارو شیرونومیده و پلی‌کیت‌ها تشکیل می‌دهد (Holčik, 1989).

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: navi@guilan.ac.ir

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.8.4]

امروزه تهیه غذا از مهم‌ترین فرآیندها در آبزی‌پروری به‌شمار می‌آید که معمولاً ۶۰-۳۰ درصد کل هزینه‌ها را در سیستم‌های پرورشی تشکیل می‌دهد (Falahatkar *et al.*, 2012). در پرورش بچه ماهیان که از حساس‌ترین مراحل در چرخه تولید بسیاری از گونه‌های ماهیان به‌شمار می‌رود، اصلی‌ترین مسئله تأمین غذای با کیفیت بالا بوده که توسط بچه ماهی پذیرفته و هضم شود، اگرچه هزینه غذا در این مرحله بسیار بالاست ولی نسبت به دیگر دوره‌های پرورشی به مقدار کمتری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Afshar Mazandaran, 2003).

پودر ماهی به علت داشتن پروتئین بالا، بالانس مناسب آمینواسیدهای ضروری، طعم خوب و خوش خوراکی، قابلیت هضم بالا، مواد معدنی و ویتامینی مناسب، یکی از مهم‌ترین مواد خوراکی موجود در جیره غذایی آبزیان می‌باشد (Zhou *et al.*, 2005). با توجه به افزایش تولیدات آبزی‌پروری و افزایش مصرف پودر ماهی در سایر حوزه‌ها مانند پرورش طیور، به نظر می‌رسد نیاز به این فرآورده در بازار جهانی رو به افزایش بوده و همه ساله تهیه آن با مشکلات بیشتری همراه باشد (Hardy and Tacon, 2002; Stankus, 2013). علاوه بر محدود بودن دسترسی، پودر ماهی یک ماده گران قیمت در تغذیه آبزیان بوده و جایگزینی آن با مواد غذایی ارزان قیمت با منشأ حیوانی یا گیاهی امری ضروری می‌باشد (Wang *et al.*, 2012). بخش زیادی از پروتئین موجود در غذای تجاری آبزیان از طریق پودر ماهی تأمین می‌شود، ولی از آنجایی که استفاده از این منبع پروتئینی با محدودیت همراه است لذا مطالعاتی جهت جایگزین نمودن پودر ماهی صورت گرفته است. دانه‌های غلات، کنجاله دانه‌های روغنی، ضایعات کارخانه‌های عمل‌آوری فرآورده‌های حیوانی، ضایعات عمل‌آوری فرآورده‌های دریایی و صید ضمنی از مهم‌ترین فرآورده‌های پروتئینی گیاهی و حیوانی به منظور جایگزینی با پودر ماهی به شمار می‌روند (Ustaoglu and Rennert, 2002; Zhu *et al.*, 2011; Yun *et al.*, 2014; Hu *et al.*, 2013). مطالعات مختلفی در زمینه جایگزینی برخی منابع حیوانی در تاس ماهی سیبری نظیر جایگزینی پودر ماهی با پودر کرم خاکی روی تاس ماهی سیبری توسط Soleimani و همکاران (۲۰۱۶) انجام شد و نتایج نشان داد که استفاده از پودر کرم خاکی تا سطح ۲۰ درصد سبب بهبود شاخص‌های رشد می‌شود (Razgardani *et al.*, 2016) در مطالعه‌ای دیگر جایگزینی بخشی از پروتئین حیوانی با پودر سویا و مکمل آمینواسید در جیره غذایی تاس ماهی سیبری که توسط Ronyai و همکاران (۲۰۰۲) انجام گرفت نشان داد که جایگزینی این مواد در جیره غذایی سبب بهبود عملکرد رشد می‌گردد. جایگزینی پودر ماهی با مخلوطی از پروتئین حیوانی در جیره تاس ماهی سیبری توسط Zhu و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد که استفاده مخلوطی از پروتئین حیوانی تا سطح ۲۵ درصد سبب بهبود کارایی تغذیه ماهی می‌گردد. اما یکی از اجزای غذایی ناشناخته و قابل دسترس که تاکنون در مورد جایگزینی آن بجای پودر ماهی در گونه‌های ماهیان خاویاری کار زیادی صورت نپذیرفته، پودر ضایعات طیور است (Sayed Hassani *et al.*, 2014).

پودر ضایعات طیور یکی از مهم‌ترین منابع حیوانی مورد استفاده در غذای حیوانات اهلی در کنار پودر گوشت و استخوان، پودر خون، پودر پر و آرد ماهی است (Meeker *et al.*, 2009). این محصول از ترکیب ضایعات به دست آمده از کشتارگاه‌های صنعتی ماکیان حاصل می‌آید. بر اساس تعاریف ارائه شده توسط انجمن کنترل غذای حیوانات ایالات متحده آمریکا (Association of American Feed Control Officials; AAFCO) پودری است که از بقایای غیرقابل استفاده ماکیان سلاخی شده نظیر نوک، سر، پا، سنگدان و روده و احیاناً مقدار اجتناب‌ناپذیری پر به دست می‌آید (AAFCO Cited by Watson, 2006). این محصول دارای پروتئین بالا (۵۵ تا ۶۷ درصد) و از پروفایل آمینواسید نسبتاً مناسبی در تغذیه ماهیان پرورشی برخوردار می‌باشد (Gaylord and Rawles, 2005). پودر ضایعات طیور بدون افزودن مکمل آمینواسید به آن توانسته به میزان ۷۵ درصد جایگزین پودر ماهی در جیره غذایی سیم دریایی سرتیز (*Sparus aurata L*) (Nengas *et al.*, 1999) و تا ۱۰۰ درصد جایگزین پودر ماهی در جیره سیم قرمز دریایی (*Pagrus major*) (Takagi *et al.*, 2000) گردد. اگرچه، پودر ضایعات طیور توانست جایگزین سهم نیمی از پودر ماهی در گونه‌های مارماهی اروپایی (*Angullia angullia*) (Gallagher and Degani, 1988)، ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) (Fowler, 1991)، کفشک دریای سیاه (*Psetta maeotica*) (Yigit *et al.*, 2006) و هامور (*Cromileptes altivelis*) (Shapawi *et al.*, 2007) بشود، ولی اطلاعات اندکی در مورد استفاده از ضایعات پروتئین حیوانی در ماهیان وجود دارد. ضایعات پروتئین حیوانی نظیر پودر ضایعات طیور، پودر گوشت و استخوان، پودر خون و پودر پر هیدرولیز شده به‌طور موفقیت‌آمیزی در غذای گونه‌هایی نظیر ماهی آزاد چینوک

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.8.4]

(Fowler, 1991)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Bureau *et al.*, 2000)، سوف نقره‌ای استرالیایی (*Bidyanus bidyanus*) (Allan *et al.*, 2000) و هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) (Xue *et al.*, 2003) به کار گرفته شده است. در نتیجه همان‌گونه که ذکر شد پودر ضایعات طیور ازنظر اقتصادی، در دسترس بودن و خوش خوراک بودن گزینه مناسبی برای جایگزینی بجای آرد ماهی در جیره غذایی تاس ماهی سیبری محسوب می‌شود. لذا این تحقیق جهت تعیین سطح مناسب پودر ضایعات فرعی طیور در جیره غذایی تاس ماهی سیبری به عنوان منبع پروتئینی و تأثیر آن بر عملکرد رشد، کارآیی غذا، نرخ بقا و ترکیبات لاشه بچه ماهیان سیبری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش

این مطالعه از مهر تا آذر ماه ۱۳۹۵در موسسه تحقیقات بین المللی تاس ماهیان دریای خزر واقع در استان گیلان طی مدت ۹ هفته انجام شد. بچه تاس ماهیان سیبری مورد مطالعه، از موسسه تحقیقات بین المللی تاس ماهیان دریای خزر تحویل گرفته شدند. قبل از شروع بخش اصلی مطالعه، بچه ماهیان جهت سازگاری با شرایط جدید به تانک‌های فایبرگلاس انتقال یافتند و به مدت دو هفته با غذای شاهد (جدول ۱) تغذیه شدند. پس از پایان مدت سازگاری، ۱۳۵ عدد بچه تاس ماهی سیبری با میانگین وزن اولیه (± خطای استاندارد) ۲/۳۹ ± ۱۶۹/۴ گرم و به تعداد ۹ عدد در هر تانک، بین ۱۵ تانک فایبرگلاس، به ظرفیت ۵۰۰ لیتر (با حجم آبگیری ۴۸۰ لیتر) در قالب طرح کاملاً تصادفی توزیع شدند. آب مورد نیاز مطالعه حاضر از چاه تأمین می‌شد. در طی انجام مطالعه، دبی آب ورودی به مخازن پرورشی به طور متوسط ۰/۴۸ ± ۹/۴۱ لیتر در هر دقیقه بود. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل درجه حرارت آب به‌صورت روزانـه، اکسیژن محلول و pH به‌صورت دو بار در هفته به ترتیب با استفاده از دماسنج دیجیتالی و دستگاه اکسی- پی‌اچ متر دیجیتال (WTW 340, Weilheim, Germany) اندازه‌گیری و ثبت گردید. میانگین دمای آب در طی مطالعه ۰/۵۳ ± ۱۸/۵۴ سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۰/۱۹ ± ۶/۸۹ میلی‌گرم در لیتر و pH آب ۰/۰۱ ± ۸/۰۹ بود.

طراحی آزمایش و تغذیه

برای بررسی تأثیر جایگزینی سطوح مختلف آرد ماهی توسط پودر ضایعات طیور در جیره غذایی، بر عملکرد رشد و ترکیبات شیمیایی لاشه بچه ماهیان تاس ماهی سیبری، پنج تیمار غذایی تهیه شد (Hung *et al.*, 1997). در تیمارهای یک (PBM0)، دو (PBM20)، سه (PBM40)، چهار (PBM60) و پنج (PBM80) به ترتیب میزان ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد پودر ماهی توسط پودر ضایعات طیور جایگزین شد. تیمارهای غذایی از لحاظ میزان پروتئین و انرژی یکسان بودند (میانگین پروتئین خام ۴۱/۲۲ درصد و انرژی ۱۹ مگاژول). اقلام مورد نیاز در این مطالعه از شرکت خوراک دام مازندران (ساری، مازندران) و شرکت تولید خوراک دام اتحاد گیلان (رشت، گیلان) خریداری شد. اقلام مورد نیاز به سالن غذا سازی موسسه تحقیقات بین المللی تاس ماهیان دریای خزر انتقال داده شد. ابتدا اقلام توسط آسیاب به خوبی آسیاب شدند، سپس با استفاده از الک (۵۰۰ میکرونی) ذرات درشت و ناخالصی‌های آن‌ها جدا شد. در پایان، فرمولاسیون و آنالیز مواد مغذی تیمارهای مختلف (جدول ۱) توسط نرم‌افزار UFFDA (آمریکا) و بر اساس نیازمندی بچه تاس ماهی سیبری در محدوده وزن حاضر انجام گرفت (Hung *et al.*, 1991; Medale *et al.*, 1991). در مرحله ساخت جیره‌های آزمایشی، ابتدا مقادیر مورد نیاز از اقلام با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یک گرم توزین شد. سپس اقلامی که درصد کمتری را در جیره تشکیل می‌دادند با یکدیگر به خوبی مخلوط شده و مخلوط حاصل با اقلام با حجم بیشتر ترکیب می‌شدند. در پایان به مخلوط حاصل مقدار ۳۰-۲۵ درصد جیره آب به‌صورت متوالی اضافه شد تا اینکه یک مخلوط خمیری همگن به دست آمد. بعد از این عمل، مخلوط حاصل طی دو مرحله با استفاده از چرخ گوشت (پارس خزر، مدل MG 1400 ساخت ایران) با اندازه چشمه‌های ۳ و ۴/۵ میلی‌متر با توجه به تغییر سایز دهان ماهیان در طی رشد، چرخ شد. رشته‌های چرخ شده روی سینی پخش شده و برای خشک شدن در داخل دستگاه خشک‌کن و به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و در مجاورت باد پنکه قرار داده شد. پس از اتمام مرحله خشک کردن، اندازه رشته‌ها به پلت‌های کوچک شکسته شدند. در پایان، جیره‌ها بسته‌بندی، شماره‌گذاری و در یخزن ۲۰- درجه

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.8.4]

سانتی‌گراد نگهداری شد (Lovell, 1989). غذادهی به ماهیان به‌صورت دستی و روزانه در سه نوبت (ساعات ۸:۰۰، ۱۴:۰۰و ۱۸:۰۰) انجام شد. هر روز قبل از اولین غذادهی، آب حوضچه‌ها با برداشتن سر لوله‌های خروجی به میزان ۵۰ درصد سیفون و تعویض می‌شد تا فضولات خارج شود.

اندازه‌گیری فاکتورهای رشد

در ابتدا و در طول مدت ۹ هفته مطالعه، هر ۳ هفته یک بار زیست‌سنجی انجام شد، به این ترتیب که ۲۴ ساعت قبل از زیست‌سنجی غذادهی قطع می‌شد تا دستگاه گوارش ماهیان تخلیه شود. سپس ماهیان موجود در هر حوضچه با احتیاط توسط ساچوک صید می‌شدند. به منظور کاهش استرس با استفاده از محلول پودر گل میخک (دوز ۲۵۰ ppm) (Akhlaghi and Mirab Brujerdi, 1999) بیهوش و زیست‌سنجی صورت می‌گرفت. جهت اندازه‌گیری وزن و طول هر ماهی به ترتیب از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم و تخته زیست‌سنجی با دقت یک میلی‌متر استفاده شد. در پایان آزمایش به منظور بررسی عملکرد رشد و کارایی غذایی تیمارهای مختلف، شاخص‌هایی مانند وزن نهایی (FW) و طول نهایی (TL) اندازه‌گیری شدند و سپس شاخص‌های وزن به دست آمده (WG)، درصد افزایش وزن بدن (BWI)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ کارایی پروتئین (PER)، نرخ کارایی چربی (LER)، فاکتور وضعیت (CF) و نرخ بقا (SR) از طریق رابطه‌های زیر محاسبه شدند (Hung *et al.*, 1991; Deng *et al.*, 2003).

WG (g) = وزن نهایی (گرم) – وزن اولیه (گرم)

BWI (%) = [(وزن نهایی (گرم) – وزن اولیه (گرم)) / وزن اولیه (گرم)] × ۱۰۰

SGR (%/day) = [(Ln وزن نهایی (گرم) - Ln وزن اولیه (گرم)) / طول دوره پرورش (روز)] × ۱۰۰

FCR = مقدار غذای مصرفی (گرم) / وزن تر به دست آمده (گرم)

PER = وزن تر به دست آمده (گرم) / پروتئین مصرف شده (گرم)

LER = وزن تر به دست آمده (گرم) / چربی مصرف شده (گرم)

CF = [وزن ماهی (گرم) / طول کل (سانتی‌متر)^3] × ۱۰۰

SR (%) = [تعداد ماهیان در انتهای دوره / تعداد ماهیان در ابتدای دوره] × ۱۰۰

نمونه‌برداری و آنالیز لاشه

در ابتدا و پایان دوره مطالعه به منظور تعیین ترکیبات شیمیایی لاشه شامل پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت از ماهیان نمونه‌گیری شد. بدین منظور در ابتدا و انتهای دوره به ترتیب از هر تکرار یک و دو عدد ماهی به‌صورت کاملاً تصادفی انتخاب و با دوز بالای ماده بیهوشی کشته شدند. پس از این عمل، لاشه آن‌ها برای مراحل بعدی در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد. سپس لاشه ماهیان به آزمایشگاه تغذیه و ساخت غذای آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان انتقال و آنالیز لاشه انجام شد. بدین منظور پس از یخزدایی، ابتدا لاشه‌ها به اندازه‌های کوچک تبدیل و سپس دو بار با چرخ گوشت چرخ شدند تا یک مخلوط همگن به دست آمد. آنالیز لاشه و اقلام جیره بر اساس روش‌های مندرج در AOAC (1995) صورت گرفت (جدول ۱). بدین منظور برای اندازه‌گیری میزان رطوبت در آون، میزان خاکستر با سوزاندن مقدار مشخصی از ماده غذایی در کوره الکتریکی، میزان پروتئین خام با استفاده از دستگاه کجلدال (Bakhshi, Tehran, Iran) و میزان چربی خام با استفاده از دستگاه سوکسله (Bakhshi, Tehran, Iran) اندازه‌گیری شدند.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.8.4]

جدول ۱. ترکیبات و آنالیز تقریبی جیره‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر.

اقلام جیره*	سطوح مختلف پودر ضایعات طیور				
	PBM0	PBM20	PBM40	PBM60	PBM80
پودر ماهی کیلکا	۵۳	۴۲/۴	۳۱/۸	۲۱/۲	۱۰/۶
پودر ضایعات طیور [۱]	۰	۱۰/۶	۲۱/۲	۳۱/۸	۴۲/۴
آرد گندم	۱۹	۱۸	۱۶	۱۵	۱۳
آرد سویا	۱۲	۱۳	۱۵	۱۶	۱۸
روغن ماهی	۳/۶۰	۳/۶۰	۳/۶۰	۳/۶۰	۳/۶۰
روغن سویا	۳/۶۰	۳/۶۰	۳/۶۰	۳/۶۰	۳/۶۰
مکمل ویتامینه [۲]	۲/۱۰	۲/۱۰	۲/۱۰	۲/۱۰	۲/۱۰
مکمل معدنی [۳]	۲/۱۰	۲/۱۰	۲/۱۰	۲/۲۱۰	۲/۱۰
لسیتین	۳	۳	۳	۳	۳
ملاس	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
ضد قارچ [۴]	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
پروتئین خام (٪)	۴۱/۴۰	۴۱/۱۹	۴۱/۲۹	۴۱/۰۷	۴۱/۱۷
چربی خام (٪)	۱۴/۴	۱۴/۵۷	۱۵/۰۱	۱۵/۴۵	۱۵/۸۹
رطوبت (٪)	۹/۲۵	۹/۲۰	۹/۱۸	۹/۱۶	۹/۱۵
خاکستر (٪)	۱۰/۴۴	۱۰/۵۳	۱۰/۶۷	۱۰/۷۸	۱۰/۹۳
انرژی قابل هضم (MJ/kg) [۵]	۱۹/۵۹	۱۹/۲۱	۱۸/۸۴	۱۸/۴۶	۱۸/۰۹

PBM مخفف poultry by-product meal یا پودر ضایعات طیور می‌باشد.

* شرکت خوراک دام مازندران (ساری، ایران).

[۱] تهیه شده از شرکت تولید خوراک دام اتحاد گیلان (رشت، گیلان).

[۲] شرکت خوراک دام مازندران (ساری، ایران). هر کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی ویتامین IU D3 ۶۰۰۰، ویتامین IU A ۹۰۰۰، ویتامین K3 ۱۵ میلی‌گرم، ویتامین E ۶۰۰ میلی‌گرم، تیامین ۴۵ میلی‌گرم، ریبوفلاوین ۷۵ میلی‌گرم، اینوزیتول ۳۵۰ میلی‌گرم، سیانوکوبالامین ۱۲۰ میلی‌گرم، پانتونیک اسید ۱۳۵ میلی‌گرم، ویتامین C ۷۸۰ میلی‌گرم، نیاسین ۴۵۰ میلی‌گرم، فولیک اسید ۳۴ میلی‌گرم، بیوتین ۳ میلی‌گرم، آنتی اکسیدان ۸۷ میلی‌گرم.

[۳] شرکت خوراک دام مازندران (ساری، ایران). هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی کولین کلراید ۱۷۵۰ میلی‌گرم، مس ۱۱ میلی‌گرم، آهن ۵۶ میلی‌گرم، روی ۹۲ میلی‌گرم، منیزیم ۳۴ میلی‌گرم، ید ۳ میلی‌گرم، سلنیوم ۰/۷۵ میلی‌گرم، کبالت ۰/۸ میلی‌گرم.

[۴] بیوتکس (Biotox)، شرکت آرین دام البرز (البرز، ایران).

[۵] انرژی بر حسب مگاژول بر کیلوگرم جیره (1 MJ/kg = 239.006 Kcal/kg).

تجزیه و تحلیل آماری

برای بررسی آماری از نرم‌افزار SPSS (Version 22, Chicago, USA) استفاده شد. برای کنترل نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و برای کنترل همگنی واریانس‌ها از آزمون Levene استفاده گردید. همچنین جهت مشخص نمودن اختلاف میانگین بین سطوح مختلف پودر ضایعات طیور، از آزمون واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون توکی (Tukey) استفاده شد. سطح معنی‌داری در این آنالیز، $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایـج

نتایج داده‌های مربوط به رشد در جدول ۲ نشان داده شده است. از لحاظ شاخص‌های وزن نهایی، ضریب تبدیل غذایی، وزن به دست آمده، درصد افزایش وزن بدن، طول نهایی، فاکتور وضعیت، نرخ رشد ویژه و غذای مصرف شده اختلاف معنی‌دار آماری

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.8.4]

بین تیمارها مشاهده نشد ($P>0/05$). به طوریکه بررسی‌ها نشان داد که تیمارهای PBM40 و PBM80 به ترتیب بالاترین وزن نهایی را نشان دادند. ولی بیشترین و کمترین وزن به دست آمده به ترتیب در تیمارهای PBM80 و PBM20 مشاهده شد. همچنین بیشترین و کمترین درصد افزایش وزن بدن به ترتیب مربوط به تیمارهای PBM0 و PBM40 بود. بیشترین و کمترین درصد فاکتور وضعیت نیز مربوط به تیمارهای PBM80 و PBM60 بود. بیشترین و کمترین نرخ رشد ویژه نیز مربوط به تیمارهای PBM0 و PBM60 بود. از لحاظ کارآیی غذا نیز تیمار PBM0 بهترین ضریب تبدیل غذایی و نرخ کارآیی پروتئین را نشان دادند. بیشترین درصد بقا در همه تیمارها ۱۰۰ درصد بود و هیچ‌گونه تلفاتی در طی مطالعه مشاهده نشد. نتایج مربوط به آنالیز لاشه در جدول ۳ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر میزان رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین وجود نداشت ($P>0/05$).

جدول ۲. عملکرد رشد و کارایی غذایی بچه تاس ماهی سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف پودر ضایعات طیور پس از ۹ هفته آزمایش (میانگین ± خطای استاندارد).

شاخص‌های رشد	سطوح مختلف پودر ضایعات طیور				
	PBM0	PBM20	PBM40	PBM60	PBM80
وزن اولیه (g)	۱۶۶/۳۰ ± ۲/۱۴	۱/۷۹± ۱۶۸/۹۲	۴/۷۹ ± ۱۷۰/۲۲	۰/۳۹± ۱۷۲/۰۶	۲/۳۰± ۱۶۹/۶۹
وزن نهایی (g)	۱۶/۸۹ ± ۴۰۱/۸۴	۷/۳۷ ± ۳۸۵/۳۳	۳۲/۰۷ ± ۴۰۶/۵۳	۱۸/۱۶ ± ۳۸۸/۶۱	۱۲/۸۸ ± ۴۰۶/۰۷
وزن به دست آمده (g)	۱۸/۶۰ ± ۲۳۵/۵۳	۷/۴۲ ± ۲۱۶/۴۲	۲۷/۸۶ ± ۲۳۶/۳۰	۱۷/۸۲ ± ۲۱۶/۵۴	۱۰/۵۹ ± ۲۳۶/۳۷
درصد افزایش وزن بدن	۱۲/۸۹ ± ۱۴۱/۹۱	۴/۷۸ ± ۱۲۸/۱۶	۱۳/۱۲ ± ۱۳۸/۲۳	۱۰/۱۲ ± ۱۲۵/۸۰	۴/۳۲ ± ۱۳۹/۱۸
طول اولیه (cm)	۰/۲۲ ± ۳۹/۰۰	۰/۴۶ ± ۳۹/۱۷	۰/۵۴± ۳۸/۹۱	۰/۱۰ ± ۳۹/۲۴	۰/۴۱± ۳۸/۴۳
طول نهایی (cm)	۰/۷۳ ± ۴۸/۳۹	۰/۴۰ ± ۴۷/۸۹	۱/۰۳ ± ۴۸/۳۱	۰/۴۴ ± ۴۹/۴۳	۰/۸۷ ± ۴۷/۵۸
فاکتور وضعیت	۰/۰۰ ± ۰/۳۵	۰/۰۰ ± ۰/۳۵	۰/۰۰ ± ۰/۳۶	۰/۰۱ ± ۰/۳۲	۰/۰۱ ± ۰/۳۷
نرخ رشد ویژه (%/day)	۰/۰۹ ± ۱/۶۶	۰/۰۳ ± ۱/۵۳	۰/۱۰ ± ۱/۶۳	۰/۰۸ ± ۱/۵۳	۰/۰۳ ± ۱/۶۴
ضریب تبدیل غذایی	۰/۱۲ ± ۱/۷۵	۰/۰۹ ± ۱/۹۴	۰/۱۴ ± ۱/۸۴	۰/۰۸ ± ۱/۹۱	۰/۰۹ ± ۱/۸۸
نرخ کارآیی پروتئین	۰/۰۱ ± ۰/۱۵	۰/۰۰ ± ۰/۱۳	۰/۰۱ ± ۰/۱۴	۰/۰۰ ± ۰/۱۴	۰/۰۰ ± ۰/۱۴
نرخ کارآیی چربی	۰/۰۲ ± ۰/۴۲	۰/۰۱ ± ۰/۳۸	۰/۰۳ ± ۰/۴۰	۰/۰۱ ± ۰/۳۸	۰/۰۲ ± ۰/۳۹
غذای مصرف شده (g/fish)	۱۳/۴۳ ± ۴۰۸/۲۵	۱۰/۱۰ ± ۴۱۸/۲۵	۱۹/۴۸ ± ۴۲۸/۳۷	۱۵/۳۳ ± ۴۱۱/۱۸	۴/۲۷ ± ۴۴۲/۹۶
نرخ بازماندگی (%)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

جدول ۳. آنالیز ترکیبات لاشه بچه تاس ماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف پودر ضایعات طیور پس از ۹ هفته آزمایش (بر اساس وزن تر؛ n =۳ ؛ میانگین ± خطای استاندارد).

ترکیب بدن (%)	سطوح مختلف پودر ضایعات طیور				
	PBM0	PBM20	PBM40	PBM60	PBM80
رطوبت	۲/۸۸ ± ۷۳/۷۰	۰/۵۹ ± ۷۳/۵۸	۱/۳۲ ± ۷۳/۳۳	۲/۱۸ ± ۷۳/۰۱	۳/۱۴ ± ۷۳/۰۰
خاکستر	۰/۲۵ ± ۱/۱۲	۰/۲۵ ± ۱/۵۰	۰/۲۹ ± ۱/۴۷	۰/۱۷ ± ۱/۶۲	۰/۲۸ ± ۱/۳۶
چربی	۲/۳۶ ± ۱۰/۱۶	۱/۴۶ ± ۱۰/۴۶	۱/۵۶ ± ۱۰/۵۵	۰/۹۸ ± ۱۰/۷۶	۱/۷۹ ± ۱۰/۸۸
پروتئین	۱/۶۷ ± ۹/۵۹	۱/۰۳ ± ۹/۵۸	۰/۵۲ ± ۹/۵۶	۲/۶۶ ± ۹/۱۸	۰/۸۷ ± ۹/۸۷

بحث

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.8.4]

بررسی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که جایگزینی پودر ماهی با پودر ضایعات طیور در جیره غذایی بچه ماهی تاس ماهی سیبری تأثیر منفی بر شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین و چربی و بقای آن‌ها نداشت و استفاده از پودر ضایعات طیور تا ۸۰ درصد به جای پودر ماهی باعث تنزل شاخص‌های مذکور نشد. نتایج نشان داد که وزن به دست آمده، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه در بچه تاس ماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف جایگزینی پودر ضایعات طیور نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. در همین رابطه Sayed Hassani و همکاران (۲۰۱۴) با جایگزینی سطوح صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰درصد پروتئین پودر ضایعات طیور به جای پروتئین پودر ماهی در جیره غذایی دوره رشد فیل ماهی (*Huso huso*) مشاهده نمودند که جایگزینی پودر ضایعات طیور تا ۸۰ درصد به‌جای پودر ماهی تأثیر منفی بر شاخص‌های رشد نظیر وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی ندارد. که دلیل آن را بر کیفیت مناسب پودر ضایعات طیور جایگزین شده به جیره غذایی و توانایی فیل‌ماهی در استفاده از آن به عنوان جایگزین مناسب پروتئینی و همچنین خصوصیات فیزیولوژیکی تاس ماهیان (Dabrowski *et al.*, 2002) عنوان کردند. نتایج مشابهی از جایگزینی پودر ضایعات طیور بدون افزودن مکمل آمینواسید (به میزان ۷۵ درصد) بجای پودر ماهی در جیره غذایی سیم دریایی سرتیز (Nengas *et al.*, 1999) و تا ۱۰۰ درصد در جیره سیم قرمز دریایی (Takagi *et al.*, 2000) گزارش گردیده بود که دلالت بر پتانسیل بالای ماهیان گوشت‌خوار در استفاده از این ماده پروتئینی جانوری دارد (Zhu *et al.*, 2011). در روندی مشابه Hao و Yu (۲۰۰۳) گزارش نمودند که کاهش ۸۰ درصد پودر ماهی در جیره غذایی و جایگزین نمودن آن با پودر ضایعات طیور و پودر گوشت و استخوان تأثیر منفی بر شاخص‌های رشد گربه‌ماهی (*Pangasianodon hypophthalmus*) ندارد، که دلیل آن را ارتقای فرآوری و بهینه کردن شرایط پخت در تولید پودر ضایعات طیور می‌دانستند .Davis و Arnold (۲۰۰۰) گزارش دادند که امکان جایگزین نمودن ۸۰ درصد پودر ضایعات طیور بجای پودر ماهی در جیره غذایی میگوی پا سفید (*Litopenaeus vannamei*) بدون تأثیر منفی بر شاخص‌های رشد نظیر وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، کارایی غذا و نسبت بازده پروتئین وجود دارد، که دلیل آن را پروتئین بالا و پروفایل آمینواسید نسبتاً مناسب پودر ضایعات طیور عنوان کردند (Gaylord and Rawles, 2005). از طرفی کاهش شاخص‌های رشد در ماهی قزل الای رنگین‌کمان در سطوح جایگزینی بالای ۵۰ درصد پودر ضایعات طیور به جای پودر ماهی مشاهده شد (Fowler 1991; Steffen, 1994)، که دلایل آن را روش‌های پایین فرآوری و یا ماده خام بکار رفته عنوان کردند (Miller, 1996). استفاده از پودر ضایعات طیور در جیره غذایی بچه تاس ماهیان سیبری روی بقا تأثیر منفی نداشت که مشابه با یافته‌های پیشین روی بچه فیل‌ماهی (Sayed Hassani *et al.*, 2014)، سیم قرمز دریایی (Takagi *et al.*, 2000) و گربه‌ماهی (Hao and Yu, 2003) می‌باشد. با این وجود در مطالعه حاضر حذف پودر ماهی از جیره تاس ماهی سیبری منجر به کاهش معنی‌داری شاخص‌های وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و نسبت بازده پروتئین در مقایسه با تیمار شاهد نگردید، که دلیل آن احتمالاً پروتئین بالا، پروفایل آمینواسید مناسب و خوش خوراک بودن پودر ضایعات طیور به‌عنوان جایگزینی برای پودر ماهی می‌باشد (Gaylord and Rawles, 2005).

آنالیز ترکیبات شیمیایی لاشه تاس ماهی سیبری در این آزمایش نشان داد که با افزایش سطوح جایگزینی پودر ضایعات طیور در جیره اختلاف معنی‌داری در میزان پروتئین لاشه تاس ماهی سیبری در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نمی‌گردد. بطوریکه بیشترین میانگین پروتئین مربوط به لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره PBM80 (جایگزینی ۸۰ درصد پودر ضایعات فرعی طیور بجای پودر ماهی) (۰/۸۷ ± ۹/۸۷) بود. نتایج به دست آمده هماهنگ با نتایج Zhu و همکاران (۲۰۱۱) است که گزارش داده بودند جایگزینی مخلوطی از ضایعات پروتئین حیوانی (شامل۴۰٪ پودر گوشت و استخوان،۴۰٪ پودر ضایعات مرغ،۲۰٪ پودر پر هیدرولیز شده) به جای پودر ماهی در جیره تاس ماهی سیبری تأثیر معنی‌داری بر پروتئین لاشه ندارد. همچنین ترکیب لاشه ماهی باس طلایی *Morone chrysops* × *M. saxatilis* از چهار جیره غذایی (حاوی ۳۷ درصد پروتئین و ۴ کیلوکالری در گرم انرژی) که در آن پودر ضایعات طیور در سطوح ۰، ۳۳، ۶۷ و ۱۰۰درصد جایگزین پودر ماهی شده بود تأثیر نپذیرفت (Pine *et al.*, 2008). میزان پروتئین لاشه کفشک دریای سیاه نیز با حذف پودر ماهی و جایگزین نمودن آن با پودر ضایعات طیور در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Yigit *et al.*, 2006) و علت آن را به افزایش کاتابولیسم پروتئین پودر

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.8.4]

ضایعات طیور که مستلزم صرف انرژی بود و منجر به کاهش رشد و پروتئین خام لاشه با بالا رفتن جایگزینی شد نسبت داده بودند، در کل اگر عوامل دیگر مانند اختلاف در کیفیت پودر ضایعات طیور مصرفی (Bureau *et al.*, 1999)، در نظر گرفته نشود، احتمالاً باید گزارشات Dabrowski و Suderly (۲۰۰۲) را در نظر گرفت که عنوان کرده بودند جهت سنتز کارا و مؤثر پروتئین جیره باید تمام نیازهای اسیدهای چرب ماهی تأمین گردد که به نظر می‌رسد این امر مهم در فرمولاسیون جیره رعایت شده است. در این آزمایش میزان چربی لاشه در تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌دار آماری نبود، به عبارت دیگر افزایش سطوح جایگزینی پودر ضایعات طیور در جیره منجر به افزایش یا کاهش چربی لاشه در مقایسه با تیمار شاهد نگردید. افزایش چربی در ماهیان تغذیه شده از پودر ضایعات طیور در قزل الای رنگین‌کمان (Alexis *et al.*, 1985 ; Steffens, 1994) ماهی آزاد چینوک (Fowler, 1991)، نیز گزارش شده است همچنین Nengas و همکاران (۱۹۹۹) و Turker و همکاران (۲۰۰۵) اظهار داشته بودند با افزایش جایگزینی پودر ضایعات طیور بجای پودر ماهی تا ۷۵٪ در جیره غذایی سیم دریایی و جایگزینی کامل در گونه کفشک ماهی دریای سیاه (*Scophthalmus maeoticus*) چربی لاشه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که متناقض با نتایج آزمایش حاضر می‌باشد، در صورتی که ترکیب بدن ماهی سیم قرمز دریایی از سطوح مختلف ضایعات طیور به کار رفته در جیره غذایی تأثیر نپذیرفت (Takagi *et al.*, 2000). Zhu و همکاران (۲۰۱۱) نیز بر این نکته اذعان داشتند که جایگزینی مخلوطی از منابع پروتئین حیوانی (۴۰٪ پودر گوشت و استخوان، ۴۰٪ پودر ضایعات طیور و ۲۰٪ شده) تأثیری بر چربی لاشه تاس ماهی سیبری با وزن (۰/۲± ۲۸/۹ گرم) ندارد. احتمالاً اختلاف در نتایج آزمایش انجام شده با سایر گزارشات درخصوص کاهش چربی لاشه با افزایش سطوح جایگزینی به دلیل اختلاف در کیفیت پودر ضایعات طیور مصرفی و تفاوت در متابولیسم لیپید در ماهیان مختلف است. در این آزمایش میزان رطوبت و خاکستر لاشه تحت تأثیر سطوح جایگزینی پودر ضایعات طیور قرار نگرفت. Tidwell و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش کردند که ترکیبات شیمیایی کل لاشه قزل آلای رنگین‌کمان تحت تأثیر استفاده از مکمل‌های پروتئینی پودر ضایعات طیور قرار نمی‌گیرد که مطابق با نتایج به دست آمده در این آزمایش است.

نتایج آزمایش کنونی نشان داد که جایگزینی سطوح مختلف پودر ضایعات طیور به جای پودر ماهی در جیره غذایی بچه تاس ماهی سیبری تأثیر منفی بر شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذا و ترکیب بیوشیمیایی لاشه نداشت. و استفاده از پودر ضایعات طیور تا ۸۰ درصد به جای پودر ماهی باعث تنزل شاخص‌های مذکور نشد. نتایج این مطالعه نشان دهنده آن است که پودر ضایعات طیور پتانسیل بالایی جهت جایگزینی بجای پودر ماهی در جیره غذایی تاس ماهی سیبری در دوران رشد داشته و پیشنهاد می‌گردد که پس از برآورد دقیق از کیفیت پودر ضایعات طیور تولیدی در کشور و اصلاح کیفیت شیمیایی آن این محصول به‌عنوان یک ماده جایگزین بجای پودر ماهی به صنعت پرورش ماهیان خاویاری معرفی گردد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کارکنان زحمتکش موسسه تحقیقات بین‌المللی تاس ماهیان دریای خزر به‌خصوص بخش تکثیر، کارشناسان آزمایشگاه تغذیه و ساخت غذای آبزیان و آزمایشگاه بیولوژی آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان و نیز آقای علی رمزگردانی شراهی به خاطر مساعدت در انجام این پژوهش تقدیر و تشکر می‌شود.

منابـع

Adámek, Z., Prokes, M., Barus, V., Sukop, I. 2007. Diet and growth of 1+ Siberian sturgeon, (*Acipenser baerii*) in alternative pond culture. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 7: 153-160.

Afshar Mazandaran, A. 2003. Practical Guide to Nutrition and Inputs of Aquatic Food and Medicine in Iran. Publications Noorbakhsh. 54 p. (in Persian)

Akhlaghi, M., Mirab Borujerdi, M. 1999. The effect of anesthetic clove in fish and determine the LC50. Tehran University Veterinary Journal. 54(2): 49-52. (in Persian)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.8.4]

Alexis, M.N., Papoutsoglou, E.P., Thecohari, V. 1985. Formulation of practical diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) made by partial or complete substitution of fish meal by poultry by products and certain plant by-products. Aquaculture. 50: 61-73.

Allan, G.L., Rowland, S.J., Mifsud, C., Glendenning, D., Stone, D.A.J., Ford, A. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus* V. least-cost formulation of practical diets. Aquaculture. 186: 327-340.

AOAC. 1995. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis (14 th Edition).

Bronzi, P., Rosenthal, H., Gessner, J. 2011. Global sturgeon aquaculture production: an overview. Journal of Applied Ichthyology. 27(2): 169-175.

Bureau, D.P., Harris, A.M., Cho, C.Y. 1999. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 180: 345-358.

Bureau, D.P., Harris, A.M., Bevan, D.J., Simmons, L.A., Azevedo, P.A., Cho, C.Y. 2000. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. Aquaculture. 18: 281-291.

Dabrowski, K., Guderley, H. 2002. Intermediatry Metabolism, In: Fish Nutrition (Halver, J.E., Hardy, R. (eds.). Academic Press, New York. pp. 309-365.

Davis, D.A., Arnold, C.R. 2000. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture. 185: 291-298.

Deng, D.F., Koshio, S., Yokoyama, S., Bai, S.C., Shao, Q., Cui, Y., Hung, S.S. 2003. Effects of feeding rate on growth performance of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) larvae. Aquaculture. 217: 589-598.

Falahatkar, B., Poursaeid, S., Efatpanah, I., Meknatkhah, B. ,Biswas, A. 2012. Effect of photoperiod manipulation on growth performance, physiological and hematological indices in juvenile Persian sturgeon, *Acipenser persicus*. Journal of the World Aquaculture Society. 43: 679-687.

Fowler L.G. 1991. Poultry by-product meal as a dietary protein source in fall Chinook salmon diets. Aquaculture. 99: 309-321.

Gallagher, M.L., Degani, G. 1988. Poultry meal and poultry oil as sources of protein and lipid in the diet of European eels (*Anguilla anguilla*). Aquaculture. 73: 177-187.

Gaylord, T.G., Rawles, S.D. 2005. The modification of poultry by-product meal for use in hybrid striped bass *Morone chrysops* × *M. saxatilis* diets. Journal of the World Aquaculture Society. 36: 363-374.

Hamlin, H.J., Milnes, M.R., Beaulaton, C.M., Albergotti, L.C., Guillette, L.J. 2011. Gonadal stage and sex steroid correlations in Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*, habituated to a semitropical environment. Journal of the World Aquaculture Society. 42(3): 313-320.

Hao N.V., Yu Y. 2003. Partial replacement of fishmeal by MBM and PFGPBM in diets for river catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). Research Report. No.33.

Hardy, R.W., Tacon, A.G. 2002. Fish meal: historical uses, production trends and future outlook for sustainable supplies. In: Stickney, R.R., McVey, J. (eds.). Responsible Marine Aquaculture. CABI publishing. pp. 311-325.

Holčik, J. 1989. The Freshwater Fishes of Europe. Vol. 1, Part II. General Introduction to Fishes. Acipenseriformes. AULA-Verlag, Wiesbaden. 1: 227-262.

Hu, L., Yun, B., Xue, M., Wang, J., Wu, X., Zheng, Y., Han, F. 2013. Effects of fish meal quality and fish meal substitution by animal protein blend on growth performance, flesh quality and liver histology of Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*). Aquaculture. 372: 52-61. 74.

Hung, S.S.O. 1991. Nutrition and feeding of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*): an overview. In: Acipenser. Actes du Colloque. pp. 65-77.

Hung, S.S.O., Storebakken, T., Cui, Y., Tian, I., Einen, O. 1997. High-energy diets for white sturgeon. Acipenser transmontanus Richardson Aquaculture Nutrition. 3: 281-286.

Lovell, R.T. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Van Mostrand Reinhold, New York, USA. 260 p.

Medale, F., Blanc, D., Kaushik, S.J. 1991. Studies on the nutrition of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*. II. Utilization of dietary non-protein energy by sturgeon. Aquaculture. 93(2): 143-154.

Meeker, D. 2009. North American rendering: Processing high quality protein and fats for feed. Revista Brasileira de Zootecnia. 38: 432-440.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.8.4]

Miller, T. 1996. Utilizing rendered products: Petfood. In: Franco, D.A., Swanson, W. (eds.). The Original Recyclers. The Animal Protein Industry, the Fats and Proteins Research Foundation and the National Renderers Association. Alexandria. pp. 203-223.

Nengas, I., Alexis, M.N., Davis, S.J. 1999: High inclusion levels of poultry meals and related by products in diets for gilthead seabream, *Sparus aurata* L. Aquaculture. 179: 12-23.

Pine, H., Daniels, W.H., Davis, D.A., Jiang, M. 2008. Replacement of fish meal with source in pond-raised sunshine bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) diets. Journal of the World Aquaculture Society. 39: 568-597.

Razgardani Sharahi, A., Falahatkar, B., Efatpanah, I. 2016. Evaluation of the effect of feeding *Artemia* enriched with iodine replacement of fish meal with gammarus meal and its effects on growth and body composition of juvenile Siberian sturgeon, Acipenser baerii (Brandt, 1869). Journal of Aquatic Ecology. 6(1): 102-113. (in Persian)

Ronyai, A., Csengeri, I., Varadi, L. 2002. Partial substitution of animal protein with full-fat soybean meal and amino acid supplementation in the diet of Siberian sturgeon (Acipenser baerii). Journal of Applied Ichthyology. 18: 682-684.

Sayed Hassani, H.M., Talebii Haghighi, D., Hafeziehe, M., Yazdani Sadati, M.A., Pourali, H.M., Yeganeh, H. 2014. Utilization of poultry by product meal as an alternative proteinsource for *Huso huso* within growth period. Iranian Scientific Fisheries Journal. 23(3): 81-95. (in Persian)

Shapawi, R., Ng, W.K., Mustafa, S. 2007. Replacement of fish meal with poultry by- product meal in diets formulated for the humpback grouper, *Cromileptes altivelis*. Aquaculture. 273: 118-126.

Soleimani, S.M., Sajjadi, M.M., Falahatkar, B., Yazdani, M.A. 2016. Fish meal replacement powder earthworm (Eisinia foetidae) in diet for Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) and its effect on growth performance, feed efficiency and carcass composition. Journal of Aquatic Ecology. 5(2): 21-30. (in Persian)

Stankus, T. 2013. Reviews of science for science librarians: Eating small pelagic fish VS. using them to produce fishmeal and fish oil for aquaculture and livestock feed: A controversy of interest to librarians serving the marine and food sciences. Science and Technology Libraries. 32: 45-67.

Steffens, W. 1994. Replacing fish meal with poultry by-product meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture. 124: 27-34.

Takagi, S.T., Hosokawa, H., Shimeno, S., Ukawa, M. 2000. Utilization of poultry by-product meal in a diet for red sea bream *Pagrus major*. Nippon Suisan Gakkai Shi. 66: 428-438.

Tidwell, J.H., Allan, G.L. 2001. Fish as food: aquaculture's contribution. EMBO reports. 2(11): 958-963.

Tidwell, J.H., Coyle, S.D., Bright, L.A., Yasharian, D. 2005. Evaluation of plant and animal source proteins for replacement of fish meal in practical diets for the largemouth bass (*Micropterus salmoides*). Journal of the World Aquaculture Society. 36: 454-463.

Turker, A., Yigit, M., Ergun, S., Karaali, B., Erteken, A. 2005. Potential of poultry by-product meal as a substitute for fishmeal in diets for Black Sea turbot *Scophthlmus maeoticus*: Growth and nutrient utilization in winter. The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh. 57(1): 49-61.

Ustaoglu, S, Rennert, B. 2002. The apparent nutrient digestibility of diets containing fish meal or isolated soy protein in sterlet (*Acipenser ruthenus*). International Review of Hydrobiology. 87: 577-584.

Wang, J., Yun, B., Xue, M., Wu, X., Zheng, Y., Li, P. 2012. Apparent digestibility coefficients of several protein sources, and replacement of fishmeal by porcine meal in diets of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*, are affected by dietary protein levels. Aquaculture Research. 43(1): 117-127.

Xue, M., Zhou, Z., Wu, X.F., Yu, Y., Ren, Z.L. 2003. Partical or total replacement of fish meal by meat and bone meal in practical diets for Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. Chinese Journal of Animal Nutrition. 15: 106-112.

Yigit, M., Erdem, M., Koshio, S., Ergun, S., Turker, A, Karaali, B. 2006. Substituting fish meal with poultry by-product meal in diets for Black Sea turbot *Psetta maeotica*. Aquaculture Nutrition. 12: 340-347.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.8.4]

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

Zhou, Q.C., Mai, K.S., Tan, B.P, Liu, Y.J. 2005. Partial replacement of fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture Nutrition. 11(3): 175-182.

Zhu, H., Gong, G., Wang, J., Wu, X., Xue, M., Niu, C., 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(2): 389-395.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.8.4]