جایگزینی آرد ماهی با پودر ضایعات طیور و تأثیر آن بر عملکرد رشد، نرخ بقا و شاخص‌های خونی بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii* (Brandt, 1869

بلال مولودی نیا [۱]، حمید علاف نویریان *[۱]، میر مسعود سجادی [۱]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، صندوق پستی ۱۱۴۴

تاریخ دریافت: ۹ تیر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: ۱۷ مهر ۱۳۹۶

چکیده

هدف از مطالعه حاضر تعیین تأثیرات جایگزینی آرد ماهی با پودر ضایعات طیور بر عملکرد رشد، نرخ بقا و شاخص‌های خونی بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) بود. تعداد ۱۳۵ قطعه بچه تاسماهی سیبری با میانگین وزن اولیه (± خطای استاندارد) ۲/۳۹ ± ۱۶۹/۴ گرم در ۱۵ مخزن فایبرگلاس ۵۰۰ لیتر در درجه حرارت با میانگین ۰/۵۳ ± ۱۸/۵۴ سانتی‌گراد، به مدت ۹ هفته با پنج جیره حاوی سطوح جایگزینی صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد آرد ماهی با پودر ضایعات طیور تغذیه شدند. در پایان، شاخص‌های رشد و خونی موردسنجش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ازلحاظ عملکرد رشد تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای مختلف وجود ندارد (P>۰/۰۵). تعداد گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید، هموگلوبین، هماتوکریت، مونوسیت، ائوزینوفیل و همچنین شاخص‌های MCV، MCH و MCHC تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد (P>۰/۰۵). ولی تعداد لنفوسیت‌ها و نوتروفیل ها دارای اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف بودند (P<۰/۰۵). نرخ بازماندگی در تمامی تیمارها ۱۰۰ درصد بود. نتایج این مطالعه نشان داد که ضایعات طیور را می‌توان تا میزان ۸۰ درصد جایگزین آرد ماهی در جیره غذایی بچه ماهیان تاسماهی سیبری نمود بدون اینکه تأثیر منفی بر عملکرد رشد، نرخ بقا و شاخص‌های خونی داشته باشد.

کلمات کلیدی: آرد ماهی، ضایعات طیور، کارایی رشد، ماهیان خاویاری.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). navi@guilan.ac.ir

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]

مقدمه

آرد ماهی یک ماده گران‌قیمت در تغذیه آبزیان بوده و جایگزینی آن با مواد غذایی ارزان‌قیمت با منشأ حیوانی یا گیاهی امری ضروری است (Wang *et al*., 2012). به‌طور ویژه گونه‌هایی که در بالاترین قسمت زنجیره غذایی قرار دارند ازجمله ماهیان گوشت‌خوار و به میزان کمتر ماهیان همه‌چیزخوار و سخت‌پوستان، بیشترین وابستگی را به آرد ماهی و روغن ماهی دارند (Hardy and Tacon, 2002). بخش زیادی از پروتئین موجود در غذای تجاری آبزیان از طریق آرد ماهی تأمین می‌شود، ولی ازآنجایی‌که استفاده از این منبع پروتئینی با محدودیت همراه است لذا مطالعاتی جهت جایگزین نمودن آرد 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 به‌منظور جایگزینی با آرد ماهی به شمار می‌روند (Ustaoglu and Rennert 2002; Yuyu *et al*., 2010; Zhu *et al*., 2011; Yun *et al*., 2014; Hu *et al*., 2013). مطالعات مختلفی درزمینه جایگزینی برخی منابع حیوانی در تاسماهی سیبری نظیر جایگزینی آرد ماهی با پودر کرم خاکی روی تاسماهی سیبری توسط (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۴) انجام شد و نتایج نشان داد که استفاده از پودر کرم خاکی تا سطح ۲۰ درصد سبب بهبود شاخص‌های رشد می‌شود. در مطالعه‌ای دیگر جایگزینی بخشی از پروتئین حیوانی با پودر سویا و مکمل آمینواسید در جیره غذایی تاسماهی سیبری که توسط Ronyai و همکاران (۲۰۰۲) انجام گرفت نشان داد که جایگزینی این مواد در جیره غذایی سبب بهبود عملکرد رشد می‌گردد. جایگزینی آرد ماهی با مخلوطی از پروتئین حیوانی در جیره تاسماهی سیبری توسط Zhu و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان داد که استفاده مخلوطی از پروتئین حیوانی (شامل ۴۰ درصد پودر گوشت و استخوان، ۴۰ درصد پودر ضایعات طیور، ۲۰ درصد پودر هیدرولیز شده) تا سطح ۲۵ درصد سبب بهبود کارایی تغذیه ماهی می‌گردد.

پودر ضایعات طیور یکی از مهم‌ترین منابع حیوانی مورداستفاده در غذای حیوانات اهلی در کنار پودر گوشت و استخوان، پودر خون، پودر پر و آرد ماهی است (Meeker *et a*l., 2009). این محصول از ترکیب ضایعات به‌دست‌آمده از کشتارگاه‌های صنعتی ماکیان به دست می‌آید. بر اساس تعاریف ارائه‌شده از اداره کنترل غذای ایالات‌متحده آمریکا (Association of American Feed Control Officials; AAFCO) پودری است که از بقایای غیرقابل استفاده ماکیان سلاخی شده نظیر نوک، سر، پا، تخم‌های نرسیده، 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 پروفیل آمینواسید نسبتاً مناسبی در تغذیه ماهیان پرورشی برخوردار است (Gaylord and Rawles, 2005). پودر ضایعات طیور بدون افزودن مکمل آمینواسید به آن توانسته به میزان ۷۵ درصد جایگزین آرد ماهی در جیره غذایی سیم دریایی سرتیز (*Sparus aurata L*) (Nengas *et a*l., 1999) و تا ۱۰۰ درصد جایگزین آرد ماهی در جیره سیم دریایی قرمز (*Pagrus major*) (Takagi *et al*., 2000) گردد. همچنین پودر ضایعات طیور توانست جایگزین سهم نیمی از آرد ماهی در گونه‌های مارماهی اروپایی (*Angullia angullia*)

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]

(Gallagher and Degani, 1988)، ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) (Fowler, 1991)، کفشک دریای سیاه (*Psetta maeotica*) (Yigit *et al*., 2006) و هامور گوژپشت (*Cromileptes altivelis*) (Shapawi *et al*., 2007) بشود. تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) گونه‌ای از تاسماهیان است که به دلیل سرعت رشد بالا در شرایط پرورشی و دامنه تحمل تغییرات دمایی، تولید خاویار در سن کم، در سراسر جهان به‌منظور تولید گوشت و خاویار مورداستفاده قرار می‌گیرد (Adamek *et al*., 2007; Hamlin *et al*., 2011). این‌گونه ساکن آب‌های نواحی مصب و دلتای رودخانه‌های سیبری است و منابع غذایی اصلی این ماهیان را آمفی پودها، ایزوپودها، لارو شیرونومیده و پلی کیت‌ها تشکیل می‌دهد (Holčik, 1989).

همان‌گونه که ذکر شد پودر ضایعات طیور ازنظر اقتصادی، در دسترس بودن و خوش‌خوراک بودن گزینه مناسبی برای جایگزینی بجای آرد ماهی در جیره غذایی تاسماهی سیبری محسوب می‌شود. لذا این تحقیق جهت تعیین سطح مناسب پودر ضایعات فرعی طیور در جیره غذایی تاسماهی سیبری به‌عنوان منبع پروتئینی و تأثیر آن بر عملکرد رشد، نرخ بقا و شاخص‌های خونی بچه ماهیان سیبری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش

این مطالعه از مهر تا آذرماه ۱۳۹۵ در موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر واقع در استان گیلان طی مدت ۹ هفته انجام شد. بچه تاسماهیان سیبری موردمطالعه، از موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر تحویل گرفته شدند. قبل از شروع بخش اصلی مطالعه، بچه ماهیان جهت سازگاری با شرایط جدید به مخازن فایبرگلاس انتقال یافتند و به مدت دو هفته با غذای شاهد (جدول ۱) تغذیه شدند. پس از پایان مدت سازگاری، ۱۳۵ قطعه بچه تاسماهی سیبری با میانگین وزن اولیه (± خطای استاندارد) ۲/۳۹ ± ۱۶۹/۴ گرم و به تعداد ۹ عدد در هر مخزن، بین ۱۵ مخزن فایبرگلاس، به ظرفیت ۵۰۰ لیتر (با حجم آبگیری ۴۸۰ لیتر) در قالب طرح کاملاً تصادفی توزیع شدند. آب موردنیاز مطالعه حاضر از چاه تأمین می‌شد. در طی انجام مطالعه، دبی آب ورودی به مخازن پرورشی به‌طور متوسط ۰/۴۸ ± ۹/۴۱ لیتر در هر دقیقه بود. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل درجه حرارت آب به‌صورت روزانه، اکسیژن محلول و pH به‌صورت دو بار در هفته به ترتیب با استفاده از دماسنج دیجیتالی و دستگاه اکسی- پی اچ 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 تاسماهی سیبری، پنج تیمار غذایی تهیه شد. در تیمارهای یک (PBM0)، دو (PBM20)، سه (PBM40)، چهار (PBM60) و پنج (PBM80) به ترتیب میزان ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد آرد ماهی توسط پودر ضایعات طیور جایگزین شد. تیمارهای غذایی ازلحاظ میزان پروتئین و انرژی یکسان بودند

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]

(میانگین پروتئین خام ۴۱/۲۲ درصد و انرژی ۱۹ مگاژول بر کیلوگرم). اقلام موردنیاز در این مطالعه از شرکت خوراک دام مازندران (ساری، مازندران) و شرکت تولید خوراک دام اتحاد گیلان (رشت، گیلان) خریداری شد. در سالن غذا سازی ابتدا اقلام توسط آسیاب به‌خوبی 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 تاسماهی سیبری در محدوده وزن حاضر انجام گرفت (Hung *et al.*, 1991; Medale *et al.*, 1995). در مرحله ساخت جیره‌های آزمایشی، ابتدا مقادیر موردنیاز 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 به‌خوبی مخلوط شده و مخلوط حاصل با اقلام با حجم بیشتر مخلوط 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. بعدازاین عمل، مخلوط حاصل طی دو مرحله با استفاده از چرخ‌گوشت (پارس خزر، مدل MG 1400 ساخت ایران) با اندازه چشمه‌های ۳ و ۴/۵ میلی‌متر با توجه به تغییر سایز دهان ماهیان طی رشد، چرخ شد. رشته‌های چرخ شده روی سینی پخش‌شده 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 خشک‌کردن، اندازه رشته‌ها به پلت های کوچک شکسته شدند. در پایان، جیره‌ها بسته‌بندی، شماره‌گذاری و در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Lovell, 1989). غذادهی به ماهیان به‌صورت دستی و روزانه در سه نوبت (ساعات ۸:۰۰، ۱۴:۰۰ و ۱۸:۰۰) انجام شد. هرروز 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 طی مدت ۹ هفته مطالعه، هر ۳ هفته یک‌بار زیست‌سنجی انجام شد، به‌این‌ترتیب که ۲۴ ساعت قبل از زیست‌سنجی غذادهی قطع می‌شد تا دستگاه گوارش ماهیان تخلیه شود. سپس ماهیان موجود در هر حوضچه بااحتیاط توسط ساچوک صید می‌شدند. به‌منظور 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 هرماهی به ترتیب از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم و تخته زیست‌سنجی با دقت یک میلی‌متر استفاده شد. در پایان آزمایش به‌منظور بررسی عملکرد رشد و کارایی غذایی تیمارهای مختلف، شاخص‌هایی مانند وزن نهایی (FW) و طول نهایی (TL) اندازه‌گیری شدند و سپس شاخص‌های وزن به‌دست‌آمده (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 اولیه (گرم) – وزن نهایی (گرم)) / وزن اولیه (گرم)] × ۱۰۰

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]

SGR (%/day) = [(Ln(وزن نهایی (گرم) – Ln طول
۱۰۰ × [دوره پرورش (روز) / (وزن اولیه (گرم)
FCR = مقدار غذای مصرفی (گرم) / وزن‌تر به‌دست‌آمده (گرم)
PER = وزن‌تر به‌دست‌آمده (گرم) / پروتئین مصرف‌شده (گرم)
LER = وزن‌تر به‌دست‌آمده (گرم) / چربی مصرف‌شده (گرم)
CF = [۳ طول کل (سانتی‌متر) / وزن ماهی (گرم)] × ۱۰۰
SR (%) = [تعداد ماهیان در ابتدای دوره / تعداد ماهیان در انتهای دوره] × ۱۰۰

اندازه‌گیری شاخص‌های خونی

بعد از پایان دوره آزمایش و به‌منظور تعیین شاخص‌های خونی که شامل تعداد گلبول‌های قرمز (RBC)، تعداد گلبول‌های سفید (WBC)، غلظت هموگلوبین (Hb)، درصد هماتوکریت (Hct)، شمارش افتراقی گلبول سفید، متوسط میزان هموگلوبین به ازای هر گلبول قرمز (MCH)، متوسط غلظت هموگلوبین به ازای هر گلبول قرمز (MCHC)و متوسط حجم هر گلبول قرمز (MCV)بودند، از هر تکرار آزمایش ۴ عدد بچه ماهی تاسماهی سیبری را پس از بیهوش کردن با دوز ppm ۲۵۰ پودر گل میخک، خشک کرده و با استفاده از سرنگ ۲ میلی‌لیتری آغشته به ۱۰ میکرو لیتر هپارین، از ناحیه ساقه دمی به میزان ۱/۵ میلی‌لیتر خون‌گیری به عمل آمد. برای شمارش تعداد گلبول‌های قرمز، مقداری از خون به نسبت ۱ به ۲۰۰ با محلول Lewis رقیق‌سازی شد و تعداد گلبول‌های قرمز در ۵ مربع میانی متوسط لام نئوبار شمارش و باهم جمع و در عدد ۱۰۰۰۰ ضرب شد. عدد به‌دست‌آمده بیانگر تعداد گلبول‌های قرمز در یک میلی‌متر مکعب خون است. برای شمارش گلبول‌های سفید در یک میلی‌متر مکعب نیز نمونه خون به نسبت ۱ به ۵۰ با محلول Lewis رقیق شد و تعداد گلبول‌های سفید را در ۴ مربع بزرگ کناری لام نئوبار شمارش و در ضریب ۵۰ ضرب شد. برای تعیین درصد افتراقی، پس از تهیه گسترش خونی، از روش رنگ‌آمیزی گیمسا با تکیه‌بر خواص متفاوت رنگ‌پذیری انواع مختلف گلبول‌های سفید استفاده شد. سپس تعداد هر نوع از گلبول‌های سفید شامل لنفوسیت، مونوسیت، نوتروفیل، ائوزوفیل از میان ۱۰۰ گلبول سفید شمارش‌شده، مشخص شد (Houston, 1990).

اندازه‌گیری غلظت هموگلوبین (Hb) در واحد گرم در دسی لیتر با استفاده از روش رنگ سنجی (Colorimetric) با معرف درابکین (سیانومت هموگلوبین) و در دستگاه اسپکتروفتومتر (New Jersey,Unico، آمریکا) در طول‌موج ۵۴۰ نانومتر و با استفاده از منحنی استاندارد انجام شد. در این روش مقدار ۲۰ میکرو لیتر از خون همگن را با ۵ میلی‌لیتر محلول درابکین در لوله‌آزمایش مخلوط شد و بعد از مدت ۱۰ دقیقه نگهداری در محیط تاریک، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر میزان جذب نور توسط نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و به‌وسیله منحنی استاندارد مقدار هموگلوبین بر اساس گرم بر دسی لیتر تعیین شد. برای تعیین درصد هماتوکریت، لوله‌های مویین (لوله هماتوکریت) به مقدار دوسوم از خون ماهی پر شد و سپس این انتهای لوله‌ها با قرار گرفتن در خمیر هماتوکریت مسدود شد. در ادامه لوله‌های هماتوکریت در دستگاه میکروسانتریفیوژ (Nuve, ترکیه) با سرعت۱۴۰۰۰ rpm به مدت ۵ دقیقه قرار داده شد و بعد از اتمام سانتریفیوژ با استفاده از خط‌کش مخصوص

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]

طول ستون گلبول قرمز نسبت به طول کل خون اندازه‌گیری شد و مقدار هماتوکریت برحسب درصد به دست آمد (Rehulka, 2000). شاخص‌های خونی MCV، MCH و MCHC از طریق رابطه زیر محاسبه شدند (Houston, 1990):

$$MCV(fl) = [Hct\ (\%) / RBC\ (10\text{-}6.\ mm\text{-}3)] \times 10$$
$$100\ MCH\ (pg/cell) = [Hb(g/dl) / RBC\ (10\text{-}6.\ mm\text{-}3)] \times$$
$$MCHC\ (g/dl) = [Hb(g/dl) / Hct\ (\%)] \times 100$$

جدول ۱: ترکیبات و آنالیز تقریبی جیره‌های مورداستفاده در مطالعه حاضر

اقلام جیره*	سطوح جایگزینی پودر ضایعات طیور				
	PBM0	PBM20	PBM40	PBM60	PBM80
آرد 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	۲/۱۰	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 ناخالص (MJ/kg) [۵]	۱۹/۵۹	۱۹/۲۱	۱۸/۸۴	۱۸/۴۶	۱۸/۰۹

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

* شرکت خوراک دام مازندران (ساری، ایران).

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

[۲] شرکت خوراک دام مازندران (ساری، ایران). هر کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی ویتامین D3 IU ۶۰۰۰، ویتامین A IU 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، آنتی‌اکسیدان 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 برحسب مگا ژول بر کیلوگرم جیره (1 MJ/kg = 239.006 Kcal/kg).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]

تجزیه‌وتحلیل آماری

برای بررسی آماری از نرم‌افزار SPSS (Version 22) 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.

نتایج

نتایج داده‌های مربوط به رشد در جدول ۲ نشان داده‌شده است. شاخص‌های وزن نهایی (FW)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، وزن به‌دست‌آمده (WG)، درصد افزایش وزن بدن (BWI)، طول نهایی (TL)، فاکتور وضعیت (CF)، نرخ رشد ویژه (SGR) و غذای مصرف‌شده (g/fish) اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد ($P>۰/۰۵$). ازلحاظ کارایی غذا نیز تیمار PBM0 بهترین ضریب تبدیل غذایی و نرخ کارایی پروتئین را نشان دادند. بیشترین درصد بقا در همه تیمارها ۱۰۰ درصد بود و تلفاتی در طی مطالعه مشاهده نشد.

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

نتایج مربوط به پارامترهای خون‌شناسی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف با تیمار شاهد وجود ندارد ($P>۰/۰۵$). جدول ۳. بالاترین و پایین‌ترین میزان گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید،

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]

هموگلوبین، هماتوکریت و MCV به ترتیب در تیمار PBM0 و در تیمارهای PBM۶۰ و PBM80 مشاهده گردید، ولی بیشترین میزان شاخص MCH در تیمار PBM0 و کمترین آن در تیمار PBM60 مشاهده شد، همچنین بیشترین میزان MCHC در تیمار PBM30 و کمترین آن در تیمارهای PBM20 مشاهده شد.

جدول ۳: شاخص‌های خون‌شناسی بچه تاسماهیان سیبری تغذیه‌شده با سطوح مختلف پودر ضایعات طیور پس از ۹ هفته آزمایش (n =۹؛ میانگین ± خطای استاندارد)

شاخص‌های خونی	سطوح جایگزین پودر ضایعات طیور				
	PBM0	PBM20	PBM40	PBM60	PBM80
گلبول‌های قرمز (×۱۰۳/ mm3)	۱۱۹/۳۳ ± ۷۴/۴۶	۱۱۹/۳۳ ± ۳۴/۸۰	۱۱۹/۰۰ ± ۵۵/۰۷	۱۱۷/۳۳ ± ۴۳/۳۳	۱۰۱/۸۳ ± ۸۵/۷۴
گلبول‌های سفید (×۱۰۳/ mm3)	۷۰/۳۳ ± ۳۱/۷۹	۶۹/۳۳ ± ۳۸/۴۴	۶۹/۰۰ ± ۵۷/۷۳	۵۸/۶۶ ± ۴۴/۸۴	۵۳/۳۳ ± ۵۸/۹۷
هموگلوبین (g/dl)	۶/۹۳ ± ۰/۴۲	۶/۷۶ ± ۰/۱۴	۶/۷۶ ± ۰/۳۳	۶/۶۳ ± ۰/۴۳	۵/۸۳ ± ۰/۴۹
هماتوکریت (%)	۴۳/۶۶ ± ۲/۴۰	۴۳/۰۰ ± ۱/۱۵	۴۲/۰۰ ± ۲/۳۰	۴۱/۳۳ ± ۲/۹۰	۳۶/۶۶ ± ۲/۷۲
MCV(fl)	۳۶۵/۶۶ ± ۲/۹۰	۳۶۰/۰۰ ± ۱/۱۵	۳۵۲/۳۳ ± ۳/۳۸	۳۵۱/۳۳ ± ۴/۴۴	۳۶۰/۳۳ ± ۳/۴۸
MCH(pg/cell)	۵۸/۰۰ ± ۰/۰۰	۵۶/۶۶ ± ۰/۳۳	۵۶/۶۶ ± ۰/۶۶	۵۶/۰۰ ± ۱/۵۲	۵۷/۳۳ ± ۰/۳۳
MCHC(g/dl)	۱۵/۶۶ ± ۰/۳۳	۱۵/۳۳ ± ۰/۳۳	۱۶/۰۰ ± ۰/۵۷	۱۵/۶۶ ± ۰/۳۳	۱۵/۶۶ ± ۰/۳۳

آنالیز مربوط به درصد افتراقی گلبول‌های سفید جدول ۴ تفاوت معنی‌داری را در لنفوسیت و نوتروفیل نشان داد (P <۰/۰۵)، به‌طوری‌که لنفوسیت در تیمار PBM80 بیشترین تعداد را نشان داد و اختلاف معنی‌دار آماری با تیمارهای PBM0، PBM20 و PBM40 نشان داد (P <۰/۰۵)، ولی با تیمار PBM60 فاقد اختلاف معنی‌دار بود (P>۰/۰۵). همچنین نوتروفیل در تیمار PBM80 کمترین تعداد را نشان داد و دارای اختلاف معنی‌دار آماری با تیمارهای PBM20 و PBM40 بود (P <۰/۰۵). ولی با تیمارهای PBM0 و PBM60 فاقد اختلاف معنی‌دار بود (P >۰/۰۵). همچنین مونوسیت ها و ائوزینوفیل ها فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (P>۰/۰۵).

جدول ۴: درصد افتراقی گلبول‌های سفید بچه تاسماهیان سیبری تغذیه‌شده با سطوح مختلف پودر ضایعات طیور پس از ۹ هفته آزمایش (n=۹؛ میانگین ± خطای استاندارد)

درصد افتراقی (%)	سطوح جایگزین پودر ضایعات طیور				
	PBM0	PBM20	PBM40	PBM60	PBM80
لنفوسیت	b۷۱/۶۶ ± ۰/۸۸	b۷۱/۳۳ ± ۱/۲۰	b۷۱/۰۰ ± ۰/۵۷	ab۷۴/۳۳ ± ۰/۶۶	[a]۷۶/۰۰ ± ۱/۰۰
نوتروفیل	abc۲۲/۶۶ ± ۱/۲۰	a۲۳/۶۶ ± ۰/۶۶	ab۲۳/۰۰ ± ۰/۰۰	bc۲۰/۳۳ ± ۰/۳۳	[c]۱۹/۶۶ ± ۰/۶۶
مونوسیت	۵/۰۰ ± ۰/۵۷	۵/۰۰ ± ۰/۵۷	۵/۳۳ ± ۰/۳۳	۴/۶۶ ± ۰/۳۳	۳/۶۶ ± ۰/۳۳
ائوزینوفیل	۰/۶۶ ± ۰/۳۳	۰/۰۰ ± ۰/۰	۰/۶۶ ± ۰/۳۳	۰/۶۶ ± ۰/۶۶	۰/۶۶ ± ۰/۳۳

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف است (P <۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]

بحث

پودر ضایعات طیور (بدون پر) به‌عنوان یک ماده خوراکی به‌کرات در تهیه جیره غذایی ماهی مورداستفاده قرارگرفته است (Nengas *et* al., 1999). نتایج این مطالعه نشان داد که جایگزینی آرد ماهی با پودر ضایعات طیور تا ۸۰ درصد تأثیر منفی بر شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین، چربی و بقای آن‌ها نداشت. بر اساس نظر سید حسنی و همکاران (۱۳۹۳) پودر ضایعات طیور توانسته به میزان ۸۰ درصد جایگزین آرد ماهی در جیره غذایی فیل‌ماهی (*Huso huso*) به مدت ۱۲۶ روز بشود بدون اینکه تأثیر منفی بر شاخص‌های رشد نظیر وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی داشته باشد؛ که دلیل آن را بر کیفیت مناسب پودر ضایعات طیور جایگزین شده در جیره غذایی و توانایی فیل‌ماهی در استفاده از آن به‌عنوان جایگزین مناسب پروتئینی (Hernandez *et al*., 2009) عنوان کردند. نتایج مشابهی از جایگزینی پودر ضایعات طیور بدون افزودن مکمل آمینواسید (به میزان ۷۵ درصد) بجای آرد ماهی در جیره غذایی سیم دریایی (Nengas *et al*., 1999) و تا ۱۰۰ درصد در جیره سیم دریایی قرمز (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 آرد ماهی در جیره غذایی و جایگزین نمودن آن با پودر ضایعات طیور و پودر گوشت و استخوان تأثیر منفی بر شاخص‌های رشد گربه‌ماهی (*Hypophthalmus Pangasianodon*) 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 آرد ماهی در جیره غذایی میگوی پا سفید (*Litopenaeus vannamei*) 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 پروفیل آمینواسید نسبتاً مناسب پودر ضایعات طیور عنوان کردند (Gaylord and Rawles, 2005). Wang و همکاران (۲۰۱۲) گزارش دادند که آرد ماهی درجیره غذایی هامور مالاباری (*Epinephelus malabricus*) می‌تواند به میزان ۲۵ درصد با جایگزین نمودن مخلوطی از ۵۰ درصد پودر ضایعات طیور و ۵۰ درصد پودر گوشت و پودر خون در جیره کاهش یابد. این محققین نتایج آزمایش خود را با آزمایش دیگری که روی cuneat drum (*Nibea miichthioides*) که توسط Guo و همکاران (۲۰۰۷) انجام‌شده بود مقایسه نموده و دریافتند که هامور مالاباری (*Epinephelus malabricus*) توانایی کمتری در مصرف مخلوط ضایعات پروتئین حیوانی در مقایسه با cuneat drum دارد که دلیل آن را به‌احتمال‌زیاد به متفاوت بودن عادات غذایی این دو گونه نسبت دادند. از طرفی کاهش شاخص‌های رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در سطوح جایگزینی بالای ۵۰ درصد پودر ضایعات طیور به‌جای آرد ماهی مشاهده شد (Fowler 1991; Steffen, 1994)؛ که دلایل آن را روش‌های نامناسب فرآوری و یا ماده خام بکار رفته عنوان کردند (Miller, 1996). استفاده از پودر ضایعات طیور در جیره غذایی بچه تاسماهیان سیبری روی بقا تأثیر منفی نداشت که مشابه با یافته‌های پیشین روی بچه فیل‌ماهی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]

(سید حسنی و همکاران، ۱۳۹۳)، سیم قرمز دریایی (Takagi et al., 2000) و گربه‌ماهی (Hao and Yu, 2003) است. بااین‌وجود در مطالعه حاضر جایگزینی پودر ضایعات طیور تا ۸۰ درصد در جیره تاسماهی 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، پروفیل آمینواسید مناسب و خوش‌خوراک بودن آرد ضایعات طیور به‌عنوان جایگزینی برای آرد ماهی است (Gaylord and Rawles, 2005).

آنالیز داده‌های مربوط به پارامترهای خون‌شناسی در مطالعه کنونی نشان داد که با افزایش سطوح مختلف ضایعات طیور در جیره غذایی تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نمی‌شود که احتمالاً به خاطر غنی بودن پودر ضایعات طیور از اسیدهای چرب ضروری بوده که باعث افزایش مقاومت ماهی می‌گردد (Gaylord and Rawles, 2005). بالاترین و پایین‌ترین میزان گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید، هموگلوبین، هماتوکریت و MCV به ترتیب در تیمار PBM0 و در تیمارهای PBM60 و PBM80 مشاهده گردید، ولی بیشترین میزان شاخص MCH در تیمار PBM0 و کمترین آن در تیمار PBM60 مشاهده شد، همچنین بیشترین میزان MCHC در تیمار PBM30 و کمترین آن در تیمارهای PBM20 مشاهده شد. نتایج مربوط به درصد افتراقی گلبول‌های سفید تفاوت معنی‌داری را در لنفوسیت و نوتروفیل نشان داد. ولی مونوسیت و ائوزینوفیل فاقد اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف بودند. از طرفی مقادیر هموگلوبین و شاخص‌های هماتولوژیک با توجه به کمبود مواد مغذی ضروری، گونه ماهی، شرایط محیطی و وضعیت رشد متفاوت است (Falahatkar *et al*., 2012; Akrami *et al*., 2015). مطالعات محدودی در ارتباط با جایگزینی پودر ضایعات طیور و اثر آن روی شاخص‌های هماتولوژی صورت گرفته است؛ که می‌توان به تحقیقات (Steffens, 1994) اشاره کرد که عنوان کرده بود سطوح مختلف پودر ضایعات طیور به‌عنوان جایگزین آرد ماهی در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان تأثیر منفی بر شاخص‌های هماتولوژیک ندارد. همچنین مطالعاتی در ارتباط با جایگزینی آرد ماهی با منابع حیوانی و گیاهی در تاسماهی سیبری گزارش‌شده است. نتایج مطالعات نشان داد جایگزینی آرد ماهی تأثیری منفی بر شاخص‌های هماتولوژی تاسماهی سیبری ندارد (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۴)؛ بنابراین مطالعه کنونی نشان داد که جایگزینی آرد ماهی با پودر ضایعات طیور تأثیر نامطلوبی روی شاخص‌های هماتولوژیک تاسماهی سیبری ندارد.

نتایج آزمایش کنونی نشان داد که جایگزینی سطوح مختلف پودر ضایعات طیور به‌جای آرد ماهی در جیره غذایی بچه تاسماهی سیبری تأثیر منفی بر شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذا و شاخص‌های خونی نداشت؛ و استفاده از پودر ضایعات طیور تا ۸۰ درصد به‌جای آرد ماهی باعث تنزل شاخص‌های مذکور نشد. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده آن است که پودر ضایعات طیور پتانسیل بالایی جهت جایگزینی به‌جای آرد ماهی در جیره غذایی تاسماهی سیبری در دوران رشد داشته و پیشنهاد می‌گردد که پس از برآورد دقیق کیفیت پودر ضایعات طیور تولیدی در کشور و اصلاح کیفیت شیمیایی آن این محصول به‌عنوان یک

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]

ماده جایگزین بجای آرد ماهی به صنعت پرورش ماهیان خاویاری معرفی گردد.

سپاسگزاری

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

منابع

۱. سلیمانی، س.م.، سجادی، م.م.، فلاحتکار، ب.،یزدانی ساداتی، م.ع، ۱۳۹۴. جایگزینی آرد ماهی با پودر کرم خاکی (*Eisenia foetida*) در جیره غذایی تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) و تأثیر آن بر عملکرد رشد، کارایی غذا و ترکیبات لاشه، مجله بوم شناسی آبزیان، ۵(۳)، ۲۱-۳۰.

۲. سیدحسنی، میر. ح.، طالبی حقیقی، د.، حافظیه، م.، یزدانی ساداتی، م.ع.، پورعلی، ح.و یگانه، ه. ۱۳۹۳. کارایی پودرضایعات مرغ به عنوان جایگزین آرد ماهی در جیره غذایی فیلماهی (*Huso huso*). مجله علمی شیلات ایران، (۳)، ۸۱-۹۵.

3. Adamek, Z., Prokes, M., Barus, V., and 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.

4. 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).

5. Akrami, R., Nasri-Tajan, M., Jahedi, A., Razeghi Mansour, M. and Jafarpour, S. A. 2015. Effects of dietary synbiotic on growth, survival, lactobacillus bacterial count, blood indices and immunity of beluga (*Huso huso*, Linnaeus, 1754) juvenile. Aquaculture Nutrition, 21: 952-959.

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

7. 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.

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

9. Falahatkar, B., Poursaeid, S., Efatpanah, I., Meknatkhah, B., and 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.

10. Guo, J. L., Wang, Y. and Bureau, D. P. 2007. Inclusion of rendered animal ingredients as fish meal substitutes in practical diets for cuneate drum, *Nibea miichthioides*. Aquaculture Nutrition, 13: 81 – 87.

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

12. 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.

13. Gaylord, T. G. and Rawles S. D. 2005. The modification of poultry by product meal

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]

for use in hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) diets. Journal of the World Aquaculture Society, 36: 365-376.

14. 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: 313-320.
15. 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.
16. Hardy, R. W., Tacon, A. G. 2002. Fish meal: historical uses, production trends and future outlook for sustainable supplies. Marine Aquaculture, 311-325.
17. Hernandez, C., Olvera-Novoa, M. A., Hardy, R.W., Hermosillo A., Reyes, C. and Gonzalez, B. 2009. Complete replacement of fish meal by procrine and poultry by product meals in practical diets for fingerling Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Digestibility and growth performance. Aquaculture Nutrition, 24: 219-235.
18. Holčik, J. 1989. The Freshwater Fishes of Europe. Vol. 1, Part II. General Introduction to Fishes. Acipenseriformes. AULA-Verlag, Wiesbaden, 1: 227-262.
19. Houston, A. 1990. Blood and circulation. P: 273-322. In: Shreck C. B. and Moyle P. B. (Eds). Methods for Fish Biology. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA.
20. Hu, L., Yun, B., Xue, M., Wang, J., Wu, X., Zheng, Y., and 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.
21. 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).
22. Hung, S. S.O., Storebakken, T., Cui, Y., Tian, I., and Einen, O. 1997. High-energy diets for white sturgeon, Acipenser transmontanus Richardson Aquaculture Nutrition, 3: 281–286.
23. Lovell, R. T. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Van Mostrand Reinhold, New York, USA. 260P.
24. Medale, F., Blanc, D., and Kaushik, S. J. 1991. Studies on the nutrition of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*. II. Utilization of dietary non-protein energy by sturgeon. Aquaculture. 93: 143-154.
25. Meeker, D. L. 2009. North American Rendering: processing high quality protein and fats for feed. Revista Brasileira de Zootecnia, 38: 432-440.
26. 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.
27. Nengas, I., Alexis, M .N., and 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.
28. Řehulka, J. 2000. Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout, *Oncorhynchus* mykiss. Aquaculture, 190: 27-47.
29. Ronyai, A., Csengeri, I., and 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.
30. 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.
31. Steffens, W. 1994. Replacement of fish meal with poultry byproduct meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 124: 27–34.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]

32. 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 Sh, 66: 428-438.
33. 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.
34. 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: 117-127.
35. Yigit, M., Erdem, M., Koshio, S., Ergun, S., Turker, A, Karaali, B. 2006. Substituting fish meal with poultry by-product meal indiets for Black Sea turbot Psetta maeotica. Aquaculture Nutrition. 12: 340–347.
36. Yuyu, L. Y. W. and Ruixia, W. L. W. 2010. Effects of different replacement ratio of fish meal by extruded soybean meal on growth, body composition and hematology indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Chinese Journal of Animal Nutrition, 1: 30-40.
37. 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: 69-78.
38. 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: 389-395.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1397.12.1.10.4]