مجله بوم شناسی آبزیان

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

جایگزینی پودر ماهی با پودر کرم خاکی (*Eisenia foetida*) در جیره غذایی بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) و تأثیر آن بر عملکرد رشد، کارایی غذا و ترکیبات لاشه

سید مهدی سلیمانی[۱]، میرمسعود سجادی[۱*]، بهرام فلاحتکار[۱]، محمد علی یزدانی[۲]

[۱] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، صندوق پستی ۱۱۴۴

[۲] موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، رشت، صندوق پستی ۳۴۶۴-۴۱۶۳۵

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۴/۰۲/۲۳
اصلاح: ۹۴/۰۳/۰۹
پذیرش: ۹۴/۰۴/۰۳

کلمات کلیدی:
پودر ماهی
رشد
کرم خاکی
تاسماهی

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تاثیر جایگزینی پودر ماهی با پودر کرم خاکی (*Eisenia foetida*) در جیره غذایی بر عملکرد رشد، کارآیی غذا و ترکیبات بدن بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) به مدت ۱۲ هفته انجام شد. بچه ماهیان با میانگین وزن اولیه ۱/۹۱± ۲۱/۳۲ گرم با پنج تیمار غذایی شامل صفر (شاهد)، ۱۰ (EWM10)، ۲۰ (EWM20)، ۳۰ (EWM30) و ۴۰ (EWM40) درصد جایگزینی پودر کرم خاکی به جای پودر ماهی تغذیه شدند. مقایسه نتایج مربوط به عملکرد رشد نشان داد که تیمار EWM10 و EWM20 به ترتیب دارای بالاترین وزن نهایی و وزن به دست آمده بودند اما از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در عملکرد رشد بین تیمارهای مختلف با تیمار شاهد مشاهده نشد ($P>0.05$). از سوی دیگر بین این دو تیمار و تیمار EWM40 تفاوت معنی‌داری از نظر وزن نهایی و وزن به دست آمده مشاهده شد ($P<0.05$). در آنالیز ترکیبات بدن، بین تیمارهای مختلف با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار آماری از نظر پروتئین و خاکستر لاشه مشاهده نشد ($P>0.05$). بالاترین مقدار رطوبت لاشه در تیمار EWM30 مشاهده شد و از این لحاظ با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری داشت ($P<0.05$). از سوی دیگر همین تیمار کمترین مقدار چربی لاشه را داشته و تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان داد ($P<0.05$). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از پودر کرم خاکی در سطوح ۱۰ و ۲۰ درصد جایگزینی باعث بهبود شاخص‌های رشد تاسماهی سیبری می‌شود.

مقدمــه

هدف اولیه از ساخت غذا برای ماهیان فراهم کردن مخلوطی متعادل از مواد خوراکی جهت رفع نیازهایی مانند انرژی نگهداری، رشد، تولید مثل و سلامت می‌باشد. غذای مورد نظر می‌بایست از خوش‌خوراکی لازم برخوردار بوده و فاقد ترکیبات ضد غذایی باشد زیرا این ترکیبات مانع از عملکرد مناسب ماهی می‌شوند. اولین ماده مغذی که در ساخت غذا در نظر گرفته می‌شود پروتئین است که برای تامین آمینواسیدهای ضروری بدن مورد نیاز می‌باشد (NRC, 2011). پودر ماهی به عنوان مهم ترین منبع پروتئینی در غذای ماهیان مطرح بوده و تقریباً دو سوم پروتئین در غذای آبزیان از آن منشأ می‌گیرد (McCoy, 1990). بالا بودن ارزش غذایی این منبع پروتئینی برای ماهیان سبب استفاده گسترده از آن در آبزی‌پروری شده است. استفاده بیش از

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mmsajjadi@hotmail.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.3.8]

حد از پودر ماهی در غذای آبزیان و سایر حیوانات و از سوی دیگر افزایش فشار بر منابع ماهیان دریایی، سبب افزایش روز افزون قیمت این محصول شده است. طبق اعلام سازمان خوار و بار جهانی (FAO) از سال ۲۰۰۴ تا سال ۲۰۱۰، ۶/۵ میلیون تن از صید این ماهیان کاسته شده است (FAO, 2012).

آگاهی از اینکه بهره‌برداری از پودر ماهی به بالاترین سطح خود رسیده است دلیل اصلی تمرکز روی توسعه غذاهای با ترکیب جدید می‌باشد. در تولید این غذاها اطمینان از کیفیت ماهیان تولیدی و نیز کاهش وابستگی به این منبع محدود مد نظر می‌باشد (Tacon and Metian, 2008; Tacon *et al*., 2010) . بنابراین جایگزینی این ترکیب غذایی با منابع پروتئینی ارزان قیمت‌تر در تولید غذاهایی با هزینه پایین‌تر سودمند می‌باشد. تلاش در جهت جایگزینی پودر ماهی با سایر منابع پروتئینی از جمله منابع گیاهی توجه زیادی را در سال‌های اخیر به خود جلب کرده است. از رایج ترین منابعی که تاکنون مورد بررسی قرار گرفته‌اند، آرد سویا می‌باشد ولی میزان جایگزینی این قبیل منابع در غذای ماهیان به خاطر وجود مواد ضد غذایی نظیر مهارکننده‌های تریپسین، لکتین‌ها، ساپونین‌ها، پایین بودن هضم پذیری و سایر مواد ضد تغذیه‌ای با محدودیت همراه است (Krogdahl *et al*., 1994; Arndt *et al*., 1999; Francis *et al*., 2001).

استفاده از منابع پروتئینی جدید جانوری همانند کرم خاکی، حشرات و پروتئین‌های تک سلولی نسبت به منابع گیاهی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در سال‌های اخیر به خصوص در کشورهای شرق آسیا و استرالیا (Dynes, 2003; Sinha *et al*., 2010) صنعت پرورش کرم خاکی (ورمی کمپوست) با توجه به نقش آن در مدیریت پسماند و تولید انبوه کرم خاکی و استفاده از آن در غذای حیوانات به طور قابل ملاحظه‌ای رشد کرده است (Hilton, 1983; Edwards, 2004; Sogbesan and Ugwumba, 2008). کرم‌های خاکی را می‌توان با استفاده از مواد آلی و پسماندها به طور صنعتی و یا در سطوح کوچکتر تولید نمود. به واسطه فعالیت کرم‌ها این پسماندها تبدیل به کمپوست شده که محیط مناسبی برای رشد گیاهان محسوب می‌شود. به عنوان یک محصول جانبی، کرم‌ها خود قادرند منبع با ارزشی از پروتئین تلقی شده و برای تغذیه حیوانات مورد استفاده قرار گیرند. گونه *Eisenia foetida* یکی از گونه‌هایی است که به دلیل سرعت رشد و نرخ تولید مثل بالا و بلوغ زودرس و از سوی دیگر تراکم پذیری بالا در بستر پرورش، کاربرد زیادی در سطح تجاری جهت تولید ورمی کمپوست دارد (Edwards *et al*., 2010). بر اساس مطالعات Tacon و همکاران (1983) این گونه حاوی ۵۰ تا ۶۷ درصد پروتئین بوده و دارای پروفایل آمینواسیدی مناسبی به خصوص از نظر لایزین به عنوان اولین آمینواسید محدود کننده می‌باشد. تحقیقات صورت گرفته روی جایگزینی کرم خاکی حاکی از ارزش تغذیه‌ای بالای آن می‌باشد به طور مثال Hilton (1983) بیان داشت که جایگزینی پودر کرم خاکی (*Eudrilus eugeniae*) با پودر ماهی در غذای ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تا سطح ۵۰ درصد هیچ گونه اختلاف معنی‌دار از نظر رشد با گروه شاهد ایجاد نمی‌کند. همچنین Óscar Pereira و Gomes (1995) با جایگزینی کرم‌های خاکی منجمد (*E. foetida*) در غذای قزل‌آلای رنگین کمان با سطوح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد بیان داشتند که هیچ گونه اختلاف معنی‌داری از نظر وزن نهایی بین تیمارها مشاهده نشد.

با کاهش جمعیت ماهیان خاویاری، پرورش این ماهیان در دو دهه گذشته در نقاطی مثل غرب اروپا (Williot *et al*., 2001) با نرخی ثابت رو به افزایش بوده است. تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) یکی از اعضای خانواده تاسماهیان می‌باشد که بومی منطقه سیبری بوده و دارای زیستگاهی وسیع‌تر در مقایسه با گونه‌های دیگر خاویاری است. این گونه از نظر مهاجرت پوتامودراموس بوده و در حوضه تمام رودخانه‌های منطقه سیبری مانند Ob، Irtysh، Yenisey، Khatanga، Yana، Lena، Anabar و نیز دریاچه بایکال زیست می‌کند (Ruban, 1997). در پرورش ماهیان خاویاری بعضاً از غذای تجاری مخصوص قزل آلای رنگین کمان و ماهیان دریایی استفاده می‌شود و با وجود آنکه به خوبی مورد پذیرش قرار می‌گیرند ولی معمولاً غذای مناسبی برای این گونه‌ها نبوده و ممکن است منجر به ناهنجاری و اختلالات فیزیولوژیکی شوند (Sicuro *et al*., 2012). تاسماهی سیبری به عنوان یکی از مهم‌ترین ماهیان تجاری در کشورهایی مثل چین به طور گسترده پرورش داده می‌شود (Wei *et al*., 2004; Zhu *et al*., 2011) و در حال حاضر غذایی که برای پرورش این ماهیان استفاده می‌شود بر پایه پودر ماهی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.3.8]

با کیفیت بالا و به عنوان اصلی ترین منبع پروتئینی است (Zhu *et al*., 2011). این گونه به دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی مانند قابلیت زندگی در آب شیرین، مقاومت در برابر تغییر شرایط زیست محیطی، سازگاری به دماهای پایین و پذیرش طیف وسیعی از مواد خوراکی همواره مورد توجه آبزی پروران و دانشمندان بوده است (Ruban, 1999).

بر اساس اطلاعات موجود تاکنون پژوهشی در خصوص جایگزینی پودر کرم خاکی در غذای بچه تاسماهی سیبری صورت نگرفته است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر جایگزینی پودر کرم خاکی به جای پودر ماهی روی عملکرد رشد، کارایی غذا و ترکیبات بدن انجام شد.

مواد و روش ها

ماهی و شرایط پرورش

این پژوهش طی ماه‌های آبان تا بهمن سال ۱۳۹۳، در موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر (رشت، گیلان) و به مدت ۱۲ هفته انجام شد. به این منظور تعداد ۱۵۰ عدد بچه تاسماهی سیبری با میانگین وزن اولیه ۱/۹۱ ± ۲۱/۳۲ گرم (انحراف معیار± میانگین) حاصل از مولدین پرورشی تکثیر شده در ابتدای سال تهیه و جهت سازگاری با شرایط جدید به تعداد ۱۰ عدد در هر مخزن فایبرگلاس بین واحدهای آزمایشی توزیع و به مدت یک هفته با غذای شاهد تغذیه شدند (جدول ۱). در پژوهش حاضر از پنج تیمار غذایی و با سه تکرار برای هر تیمار که جمعاً ۱۵ تکرار را تشکیل می‌دادند، استفاده شد. همچنین به منظور نگهداری ماهیان از مخازن فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری استفاده گردید و آب هر مخزن نیز به صورت مخلوطی از آب رودخانه و آب چاه تامین و در تمام مدت با استفاده از سنگ هوا، هوادهی به آب مخازن صورت می‌گرفت. طی مدت پژوهش پارامترهای کیفی آب شامل دما، اکسیژن و pH به صورت روزانه اندازه گیری شده به طوری که میانگین دما ۰/۷۱ ± ۱۶/۱۲ درجه سانتیگراد، اکسیژن ۰/۹۸ ± ۶/۰۹ میلی گرم در لیتر و pH ۰/۵۷ ± ۷/۶ ثبت شد.

تهیه جیره‌های آزمایشی و غذادهی

در پژوهش حاضر از پنج تیمار غذایی با سه تکرار استفاده شد. جیره‌های غذایی شامل ۵ تیمار مختلف با جایگزینی صفر (شاهد)، ۱۰ (EWM10)، ۲۰ (EWM20)، ۳۰ (EWM30)، ۴۰ (EWM40) درصد پروتئین پودر کرم خاکی به جای پروتئین پودر ماهی است (جدول ۱). پودر کرم خاکی مورد استفاده در این پژوهش پس از خریداری از شرکت پیشگامان زیست ایرانیان (تهران، ایران) مورد آنالیز قرار گرفت به طوری که شامل ۴/۸۵ ± ۵۵/۲۴ درصد پروتئین، ۱/۸۴ ± ۷/۳۷ درصد چربی، ۲/۰۶ ± ۱۶/۴۱درصد خاکستر و ۰/۲۳ ± ۷/۰۱ درصد رطوبت بود. پس از تهیه سایر ترکیبات مورد نیاز (جدول ۱)، هر کدام از آنها آسیاب شده تا به ذرات کاملاً ریز تبدیل شوند سپس با توجه با فرمولاسیون جیره با یکدیگر مخلوط شدند. پس از به دست آوردن مخلوط همگن و اضافه کردن آب به مقدار مورد نیاز، مخلوط حاصل از چرخ گوشت با چشمه ۲ میلی متر عبور داده شد. بعد از آن غذای ساخته شده در دستگاه خشک کن با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا خشک شود. پس از اتمام مرحله خشک کردن، غذا خارج شده و پس از خنک شدن در هوای آزاد بسته بندی شده و در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره سازی شد. غذادهی به ماهیان روزانه ۴ نوبت در ساعات ۸:۳۰، ۱۲:۳۰، ۱۶:۳۰ و ۲۰:۳۰ و بر حسب اشتها صورت می‌گرفت. روزانه قبل از اولین نوبت غذادهی، مخازن سیفون شده و حدود ۵۰ درصد از آب آنها تعویض می‌گردید تا به این طریق باقیمانده‌های غذایی و مدفوع خارج شود پس از آن با آبگیری مجدد مخازن مقداری غذا به تدریج و با توجه به اشتهای ماهیان در سطح آب پخش می‌شد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.3.8]

جدول ۱. فرمولاسیون و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

ترکیبات جیره (%)	صفر (شاهد)	(EWM10) ۱۰	(EWM20) ۲۰	(EWM30) ۳۰	(EWM40) ۴۰
پودر ماهی کیلکا	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰
پودر کرم خاکی[1]	۰	۶/۳۸	۱۲/۷۶	۱۹/۱۴	۲۵/۵۲
پودر گوشت	۶	۶	۶	۶	۶
آرد گندم	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳
کنجاله سویا	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
روغن ماهی	۳	۳	۳	۳	۳
روغن گیاهی	۳	۳	۳	۳	۳
مکمل ویتامینی[2]	۲	۲	۲	۲	۲
مکمل معدنی[3]	۳	۳	۳	۳	۳
پر کننده[4]	۸	۶/۶۲	۵/۲۴	۳/۸۶	۲/۴۸
آنالیز شیمیایی					
پروتئین (درصد)	۴۴/۸۸	۴۴/۸۶	۴۴/۹۱	۴۴/۴۳	۴۴/۱۶
چربی (درصد)	۱۵/۰۸	۱۵/۶۸	۱۴/۲۲	۱۵/۸۹	۱۵/۴۸
رطوبت (درصد)	۵/۹۰	۶/۵۴	۷/۱۴	۶/۶۷	۷/۳۳
خاکستر (درصد)	۱۹/۸۲	۱۸/۹۵	۱۷/۵۶	۱۷/۳۲	۱۶/۳۴
انرژی (MJ/kg)	۱۸/۳۵	۱۸/۷۲	۱۸/۳۳	۱۹	۱۸/۹۳

۱- شرکت پیشگامان زیست ایرانیان (تهران، ایران)؛ ۲- شرکت لابراتوارهای داروسازی ارس بازار (آمل، ایران). هر ۱۰۰۰ گرم مکمل ویتامین حاوی: ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۸۰۰ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۷۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۱۱۷۶ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۱۱۸۸۰ میلی‌گرم نیاسین، ۴۰ میلی‌گرم بیوتین، ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید؛ ۳- شرکت لابراتورهای داروسازی ارس بازار (آمل، ایران). هر ۱۰۰۰ گرم مکمل معدنی حاوی: ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم روی، ۴۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۳۹۷ میلی‌گرم ید، ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم؛ ۴- ماسه بادی

اندازه گیری رشد و نمونه برداری

بیومتری از ماهیان هر دو هفته یکبار صورت می‌گرفت به این ترتیب که ۲۴ ساعت قبل از بیومتری غذادهی قطع شده تا دستگاه گوارش ماهیان خالی شود. در هر بار بیومتری نیز ماهیان ابتدا با پودر گل میخک بیهوش شده و سپس وزن و طول آنها اندازه گیری می‌شد. برای اندازه گیری طول از تخته بیومتری با دقت ۱ میلی متر و برای اندازه گیری وزن از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم استفاده شد. همچنین در پایان دوره به منظور بررسی عملکرد رشد و کارایی غذا در بین تیمارها، شاخص‌هایی مثل وزن نهایی، وزن کسب شده، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی با توجه به فرمول‌های زیر محاسبه شد:

وزن به دست آمده (WG) = وزن نهایی - وزن اولیه

افزایش وزن بدن (BWI) (درصد) = ((وزن نهایی - وزن اولیه) / وزن اولیه) × ۱۰۰

نرخ رشد ویژه (SGR) (درصد / روز) = [(ln وزن نهایی - ln وزن اولیه) / دوره پرورش] ×۱۰۰

فاکتور وضعیت = ((CF)وزن نهایی/ ^{3}طول کل) × ۱۰۰

نرخ کارایی پروتئین (PER) = وزن کسب شده/ پروتئین مصرفی

ضریب تبدیل غذایی(FCR) = مقدار غذای مصرفی/ وزن کسب شده

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.3.8]

آنالیز لاشــه

در پایان دوره به منظور تعیین ترکیبات لاشه، پس از ۲۴ ساعت گرسنگی، تعداد ۳ عدد ماهی از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و پس از کشتن آنها به منظور انجام مراحل بعدی لاشه‌ها در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در مرحله بعد برای اندازه گیری ترکیبات بدن شامل پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر، لاشه ماهیان به آزمایشگاه تغذیه و ساخت غذای آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان انتقال داده شد. پس از یخ زدایی، لاشه با استفاده از چرخ گوشت، چرخ شده و برای اندازه گیری رطوبت به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد درون آون قرار داده شد. برای اندازه گیری پروتئین از روش کجلدال و با تعیین مقدار نیتروژن کل (۶/۲۵ × N)، چربی با روش سوکسله از طریق حل کردن چربی در N- هگزان و خاکستر نیز با سوزاندن نمونه در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت صورت گرفت (AOAC, 2000).

آنالیز آمــاری

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 16 مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov)، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون واریانس یک طرفه (One way ANOVA) و برای تعیین اختلاف معنی دار بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن (Duncan) در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P<0.05$) استفاده شد.

نتایــج

نتایج داده‌های مربوط به رشد در جدول ۲ نشان داده شده است. بررسی‌ها نشان داد که تیمارهای EWM10 و EWM20 به ترتیب بالاترین وزن نهایی را نشان دادند اما از این لحاظ بین تیمارهای مختلف با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P>0.05$). این در حالی است که تیمار EWM40 با داشتن کمترین وزن نهایی اختلاف معنی‌داری با تیمارهای EWM10 و EWM20 نشان داد ($P<0.05$). از نظر وزن به دست آمده، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($P>0.05$) ولی تیمار EWM40 اختلاف معنی‌دار با تیمارهای EWM10 و EWM20 نشان داد ($P<0.05$). تیمار EWM20 با داشتن بالاترین فاکتور وضعیت تفاوت معنی‌داری با تیمار EWM40 نشان داد ($P<0.05$) ولی تفاوت معنی‌دار آماری از لحاظ فاکتور وضعیت بین تیمارهای مختلف با تیمار شاهد مشاهده نشد ($P>0.05$). از لحاظ کارایی غذا نیز تیمارهای EWM10 و EWM20 به ترتیب بهترین ضریب تبدیل غذایی و نرخ کارایی پروتئین را نشان دادند و ضریب تبدیل غذایی این دو تیمار به طور معنی‌داری از تیمار EWM40 پایین‌تر بود ($P<0.05$) با این حال تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای مختلف با تیمار شاهد مشاهده نشد ($P>0.05$). تفاوت معنی‌داری نیز از نظر نرخ کارایی پروتئین بین تیمارهای مختلف با تیمار شاهد مشاهده نشد ($P>0.05$) و فقط تیمارهای EWM10 و EWM40 با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند ($P<0.05$). بازماندگی نیز در همه تیمارها ۱۰۰ درصد بود.

نتایج مربوط به آنالیز ترکیبات لاشه در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر مقدار پروتئین لاشه مشاهده نشد ($P>0.05$). با افزایش سطح جایگزینی از مقدار چربی لاشه کاسته شد به طوری که تیمارهای EWM20، EWM30 و EWM40 تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان دادند ($P<0.05$) ولی تیمار EWM10 تفاوت معنی‌دار با تیمار شاهد نداشت ($P>0.05$). مقدار رطوبت لاشه نیز به طور معنی‌داری افزایش یافت به طوری که تمام تیمارها تفاوت معنی‌دار با تیمار شاهد نشان دادند ($P<0.05$). از نظر مقدار خاکستر نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($P>0.05$).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.3.8]

جدول ۲. عملکرد رشد و کارآیی غذایی بچه تاسماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف پودر کرم خاکی پس از ۱۲ هفته غذادهی
(n = 3 ؛ انحراف معیار ± میانگین)

	شاهد	EWM10	EWM20	EWM30	EWM40
وزن اولیه (g)	۲۱/۶۲ ± ۰/۸۲	۲۰/۴ ± ۰/۴۰	۲۱/۱ ± ۰/۹	۲۱/۴۲ ± ۱/۴۰	۲۱/۹۸ ± ۰/۳۱
وزن نهایی (g)	۱۰۱/۳۴±۱۲/۲۰ ab	۱۰۶/۱۱±۱۰/۰۶ a	۱۰۵/۸۸±۱۱/۵۳ a	۹۲/۵۱±۱۲/۲۵ ab	۸۱/۷۵±۹/۰۴ b
وزن به دست آمده (g)	۷۹/۷۲±۱۳/۰۲ ab	۸۵/۵۱±۱۰/۳۶ a	۸۴/۷۸±۱۱/۱۵ a	۷۱/۰۹±۱۳/۵۵ ab	۵۹/۷۷±۸/ ۷۳ b
افزایش وزن (%)	۳۷۰/۱۴±۷۴/۲۹ ab	۴۱۵/۷۲±۵۶/۲۲ a	۴۰۱/۷۴±۴۷/۹۰ a	۳۳۵/۵۵±۸۴/۶ ab	۲۷۱/۶۴±۳۶/۳۴ b
طول اولیه (cm)	۱۹/۴۲±۰/۲۲	۱۹/۹۳±۰/۲۴	۱۹/۷۳±۰/۴۱	۱۹/۵۲±۰/۴۹	۱۹/۶۸±۰/۲۳
طول نهایی (cm)	۳۱/۶۲±۰/۸۰	۳۲/۳۰± ۰/۶۷	۳۱/۶۵±۱/۰۲	۳۰/۷۴±۱/۶۶	۳۰/۰۱±۰/۹۷
فاکتور وضعیت	۰/۳۲±۰/۰۱ ab	۰/۳۱±۰/۰۱ ab	۰/۳۳±۰/۰۲ a	۰/۳۲±۰/۰۱ ab	۰/۳۰±۰/۰۱ b
نرخ رشد ویژه (%/day)	۱/۸۴±۰/۱۹ ab	۱/۹۵±۰/۱۳ a	۱/۹۲±۰/۱۲ a	۱/۷۴±۰/۲۴ ab	۱/۵۶±۰/۱۲ b
ضریب تبدیل غذایی	۱/۸۶±۰/۲۹ ab	۱/۷۴±۰/۲۱ b	۱/۷۷±۰/۲۲ b	۲/۰۹±۰/۴۱ ab	۲/۴۲±۰/۳۷ a
نرخ کارآیی پروتئین	۱/۲۱±۰/۱۹ ab	۱/۳۰±۰/۱۵ a	۱/۲۷±۰/۱۶ ab	۱/۱۰±۰/۲۰ ab	۰/۹۵±۰/۱۳ b
غذا مصرفی (g/fish)	۱۴۶/۷±۱/۱۳ ab	۱۴۶/۹۶±۰/۹ a	۱۴۸/۵۷±۱/۱ a	۱۴۴/۶۶±۱/۴۹ bc	۱۴۲/۶۶±۰/۸۰ c
بازماندگی(%)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است ($P<0.05$).

جدول ۳. آنالیز ترکیبات لاشه بچه تاسماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف پودر کرم خاکی پس از ۱۲ هفته غذادهی
(n=3 ؛انحراف معیار ± میانگین) (بر اساس وزن تر)

	شاهد	EWM10	EWM20	EWM30	EWM40
رطوبت (%)	۷۴/۰۲ ± ۰/۹۶ c	۷۵/۵۸ ± ۰/۲۹ b	۷۶/۴۶ ± ۰/۴۹ b	۷۸/۰۹ ± ۰/۷۳ a	۷۶/۴۲ ± ۱/۳۴ b
پروتئین (%)	۱۳/۷۱ ± ۰/۳۰	۱۳/۱۸ ± ۰/۰۷	۱۳/۳۵ ± ۰/۱۶	۱۳/۳۴ ± ۰/۱۶	۱۳/۳۵ ± ۰/۴۱
چربی (%)	۸/۴۵ ± ۰/۹۳ a	۷/۷۲ ± ۰/۷۵ ab	۶/۴۲ ± ۰/۷۶ b	۴/۷۶ ± ۱/۲۰ c	۶/۴۷ ± ۰/۶۵ b
خاکستر (%)	۲/۷۷ ± ۰/۳۱	۲/۸۴ ± ۰/۳۰	۲/۶۲ ± ۰/۱۸	۲/۸۹ ± ۰/۲۶	۲/۷۸ ± ۰/۲۵

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست ($P<0.05$).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.3.8]

بحث

ارزش کرم‌های خاکی به عنوان منبعی از پروتئین توسط محققان مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (Stafford and Tacon, 1984; Ortega *et al*., 1996). این موجودات به عنوان منبع پروتئینی جدید حاصل از فعالیت تولید ورمی کمپوست به شمار می آیند. پروفایل آمینواسیدی ثبت شده برای کرم‌های خاکی گویای آن است که آنها برای تولید غذایی با کیفیت جهت تغذیه انواع حیوانات و ماهیان بسیار مناسب می‌باشند و علاوه بر لایزین، از نظر ترکیب آمینواسیدهای متیونین، سیستین، فنیل آلانین و تیروزین که اهمیت خاصی در غذای حیوانات دارند، نمونه‌ای قابل توجه می‌باشند. از نقطه نظر اسیدهای چرب بلند زنجیره، محتوای مواد معدنی و ویتامین‌ها به ویژه نیاسین، کرم‌های خاکی می‌توانند ترکیبی مناسب جهت اضافه نمودن به غذای حیوانات به شمار آیند (Edwards *et al*., 2010).

مشخص شده است که وقتی پودر کرم خاکی در غذای ماهیان گنجانده می‌شود به خوبی قابل پذیرش بوده و تا سطوح مشخص تاثیر منفی روی رشد ندارد (Velasquez *et al*., 1991; Óscar Pereira and Gomes, 1995). بررسی نتایج مربوط به عملکرد رشد و کارایی غذا در پژوهش کنونی با وجود آنکه وزن نهایی در سطح ۴۰ درصد جایگزینی نسبت به جیره‌های ۱۰ و ۲۰ درصد کاهش یافت ولی تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان نداد. در پژوهش حاضر تیمارهای EWM10 و EWM20 به ترتیب بالاترین وزن نهایی، وزن کسب شده و کارآیی غذا را نشان دادند و این در حالی است که با افزایش سطح جایگزینی به ۴۰ درصد این فاکتورها کاهش یافته و تیمار EWM40 تفاوت معنی داری را با تیمارهای EWM10 و EWM20 نشان داد. طبق نتایج به دست آمده از این پژوهش مقدار غذای مصرفی با افزایش سطح جایگزینی به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت و کاهش وزن در تیمار EWM40 می‌تواند به دلیل همین کاهش مصرف غذا باشد. این کاهش مصرف غذا احتمالاً به خاطر پایین بودن خوشخوراکی غذا در سطح ۴۰ درصد جایگزینی بوده است. یکی از دلایلی که بر خوشخوراکی کرم‌های خاکی تاثیر گذار است وجود مایع سلومیک آنها می‌باشد. Tacon و همکاران (۱۹۸۳) گزارش کردند که به خاطر وجود مایع سلومیک، زمانی که از مقادیر بالای کرم خاکی استفاده شود بر خوشخوراکی غذا تاثیر گذاشته و باعث کاهش وزن ماهیان خواهد شد. مایع سلومیک حاوی پروتئین‌های خاصی بوده که روی سیستم ایمنی سایر جانوران تاثیر گذار است (Kauschke *et al*., 2007). از سوی دیگر خوشخوراکی گونه‌های مختلف کرم‌های خاکی با یکدیگر تفاوت دارد. طبق Tacon و همکاران (۱۹۸۳) ماهیان قزل آلای رنگین کمان که از کرم‌های خاکی منجمد *Allolobophora longa* و *Lumbricus terrestis* تغذیه کرده بودند بهتر از گروه شاهد رشد کردند و این در حالی است که ماهیان تغذیه شده با گونه *E. foetida* رشد کمتری داشتند. البته با به کار بردن روش‌هایی مانند استفاده صحیح از حرارت در تولید پودر کرم خاکی می‌توان تا حدی خوشخوراکی آن را افزایش داد (Tacon *et al*., 1983; Pucher *et al*., 2014).

کرم‌های خاکی علاوه بر داشتن پروفایل آمینواسیدی مناسب دارای قابلیت هضم پذیری بالایی (Dong *et al*., 2010) می‌باشند که البته این پروفایل آمینواسیدی از گونه‌ای به گونه دیگر تفاوت دارد (Dynes, 2003). با وجود بالا بودن ارزش غذایی کرم‌های خاکی، استفاده از مقادیر بالای پودر کرم خاکی در غذا با محدودیت همراه است. مطالعاتی که در زمینه استفاده از گونه *E. foetida* در غذای قزل‌آلای رنگین کمان (Stafford and Tacon, 1985; Velasquez *et al*., 1991; Óscar Pereira and Gomes, 1995) صورت گرفته حاکی از آن است که استفاده از آن در سطوح پایین باعث بهبود عملکرد رشد می‌شود. مطالعات صورت گرفته روی کپور معمولی (Nandeesha *et al*., 1988) و گربه ماهی آفریقایی (Dedeke *et al*., 2013) با استفاده از سایر گونه‌های کرم خاکی نیز مؤید آن است که استفاده از سطوح پایین پودر کرم خاکی باعث بهبود شاخص‌های رشد در این گونه‌ها شده است ولی با افزایش سطح جایگزینی و یا جایگزینی کامل آن شاخص‌های رشد کاهش می‌یابد. در واقع زمانی که پودر کرم خاکی جایگزین پودر ماهی می‌شود، بهترین عملکرد رشد در سطوح پایین‌تر از ۳۰ درصد جایگزینی قابل مشاهده است (Tacon *et al*., 1983). نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر نیز مطابق با این نتایج بوده و سطوح زیر ۳۰ درصد بالاترین رشد را نشان دادند. در مقابل مطالعه‌ی دیگری که روی جایگزینی پودر کرم خاکی (*Perionyx excavates*) در غذای کپور معمولی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.3.8]

صورت گرفت، نشان داد که جایگزینی ۷۰ درصد از پودر ماهی با پودر کرم خاکی به طور معنی‌داری بهترین عملکرد رشد را به همراه داشته است (Tuan *et al*., 2015).

علاوه بر وجود مایع سلومیک ممکن است عوامل دیگری نیز در کاهش رشد ماهیان نقش داشته باشند. با توجه به اینکه کرم‌های خاکی در بسترهای حاوی مواد آلی پرورش داده می‌شوند لذا چنانچه بستر مورد استفاده حاوی فلزات سنگین و ترکیبات مضر باشد، این ترکیبات در بافت‌های کرم خاکی تجمع پیدا خواهند کرد. گزارشاتی در مورد تجمع برخی فلزات مانند آهن، روی، سرب و کادمیوم (Stafford and Tacon, 1984; Paoletti *et al*., 2003; Khwairakpam and Bhargava, 2009) در بافت کرم‌های خاکی که در خاک‌های آلوده زیست می‌کنند، وجود دارد. طبق گزارش Stafford و Tacon (1984) وجود این ترکیبات در کرم‌های خاکی و استفاده از سطوح بالای آن در غذا، آلودگی غذا را در پی داشته و به دنبال آن عملکرد رشد ماهیان را تحت تاثیر قرار خواهد داد.

بررسی نتایج مربوط به ترکیبات بدن نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی مقدار پروتئین لاشه تغییر چندانی نداشته و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد که نتیجه حاصل با Velasquez و همکاران (۱۹۹۱)، Stafford و Tacon (1985) و Tuan و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد. از سوی دیگر Stafford و Tacon (1984) بیان داشتند که با افزایش سطح جایگزینی، پروتئین لاشه به طور معنی‌داری افزایش یافته است که با نتیجه پژوهش حاضر مغایرت دارد. با افزایش سطح جایگزینی از مقدار چربی لاشه کاسته شده و در تیمار EWM30 به پایین‌ترین سطح خود رسید. از آنجایی که مقدار چربی با رطوبت رابطه عکس دارد لذا در همین تیمار نیز بالاترین مقدار رطوبت مشاهده شد. با توجه به اینکه مقدار چربی جیره‌های آزمایشی کاهش نیافته است لذا نمی‌توان گفت که چربی جیره باعث کاهش چربی لاشه شده است ولی چون با افزایش سطح جایگزینی میزان تمایل و مصرف غذا کاهش داشته است لذا می‌توان گفت که ماهیان برای تأمین انرژی مورد نیاز از ذخایر بدن استفاده نموده و احتمالاً به این دلیل مقدار چربی لاشه کاهش یافته است. نتایج Tacon و همکاران (۱۹۸۳)، Stafford و Tacon (1984) و Óscar Pereira و Gomes (1995) روی قزل آلا مطابق نتایج حاصل از پژوهش حاضر بود ولی در مقابل با نتایج Stafford و Tacon (1985) مطابقت نداشت. در پژوهش اخیر که روی قزل آلای رنگین کمان انجام شده است پودر کرم خاکی به میزان صفر، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد جایگزین پودر ماهی شد. نتایج به دست آمده نشان داد که تیمارهای ۱۰ و ۲۰ درصد جایگزینی بیشترین رشد را داشته ولی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف با تیمارها با تیمار شاهد مشاهده نشد. همچنین تیمارهای مورد نظر تفاوت معنی داری را از نظر مقدار پروتئین نشان ندادند ولی مقدار چربی به طور معنی‌داری در سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد افزایش یافت.

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که جایگزین کردن پودر کرم خاکی به جای پودر ماهی در غذای بچه تاسماهی سیبری تا سطوح ۱۰ و ۲۰ درصد تاثیر مثبتی روی عملکرد رشد و کارایی غذا دارد. از سوی دیگر با وجود آنکه جایگزینی تا سطح ۴۰ درصد تفاوت معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان نداد ولی با توجه به کاهش وزن در سطوح بالاتر از ۲۰ درصد جایگزینی، به نظر می‌رسدکه بتوان ۱۰ تا ۲۰ درصد از پودر ماهی را با پودر کرم خاکی در غذای بچه تاس ماهی سیبری جایگزین نمود.

تشکر و قدردانی

بدینوسلیه از پرسنل زحمتکش موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر به خصوص بخش تکثیر، کارشناسان آزمایشگاه تغذیه و ساخت غذای آبزیان و آزمایشگاه بیولوژی آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان و نیز آقای محمد ملک پور به خاطر مساعدت در انجام این پژوهش تقدیر و تشکر می‌شود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.3.8]

منابـع

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Horwitz W. 18th edition 2006, Washington, DC, USA. 1018 p.

Arndt, R.E., Hardy, R.W., Sugiura, S.H., Dong, F.M. 1999. Effects of heat treatment and substitution level on palatability and nutritional value of soy defatted flour in feeds for Coho Salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Aquaculture.180: 129-145.

Dedeke, G., Owa, S., Olurin, K., Akinfe, A., Awotedu, O. 2013. Partial replacement of fish meal by earthworm meal (*Libyodrilus violaceus*) in diets for African catfish, *Clarias gariepinus*. International Journal of Fisheries and Aquaculture. 5: 229-233.

Dong, X.H., Guo Y.X., Ye, J.D., Song W.D., Huang X.H., Wang, H. 2010. Apparent digestibility of selectedfeed ingredients in diets for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. Aquaculture Research. 41: 1356-1364.

Dynes, R.A. 2003. Earthworms: Technology information to enable the development of earthworm production. In: Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC) Government of Australia, Canberra. Publication No. 03/085, 23 September. 1-33.

Edwards, C.A. 2004. Earthworm Ecology; The Use of Earthworms in the Breakdown of Organic Wastes to Produce Vermicomposts and Animal Feed Protein. 2nd edition. CRC Press. 448 p.

Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Sherman, R.L. 2010. Vermiculture Technology; Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management, CRC press. 578 p.

FAO. 2012. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome. 230 p.

Francis, G., Makkar, H.P., Becker, K. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture.199: 197-227.

Hilton, J. 1983. Potential of freeze-dried worm meal as a replacement for fish meal in trout diet formulaions. Aquaculture. 32: 277-283.

Kauschke, E., Mohrig, W., Cooper, E.L. 2007. Coelomic fluid proteins as basic components of innate immunityin earthworms. European Journal of Soil Biology. 43: 110-115.

Khwairakpam, M., Bhargava, R. 2009. Vermitechnology for sewage sludge recycling. Journal of Hazardous Materials. 161: 948-954.

Krogdahl, Å., Lea, T.B., Olli, J.J. 1994. Soybean proteinase inhibitors affect intestinal trypsin activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology.107: 215-219.

McCoy, H.D. 1990. Fishmeal-the critical ingredient in aquaculture feeds. Aquaculture Magazine. 16: 43-50.

Nandeesha, M., Srikanth, G., Basavaraja, N., Keshavanath, P., Varghese, T., Bano, K., Ray, A., Kale, R.D. 1988. Influence of earthworm meal on the growth and flesh quality of common carp. Biological Wastes. 26: 189-198.

NRC. 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. The National Academic Press, Washington, DC, USA. 392 p.

Ortega, C.M., Reyes, O.A., Mendoza, M.G. 1996. Chemical composition of earthworm (*Eisenia foetida* and *Lumbricus rubellus*) silages. Archivos Latinoamericanos de Nutricion. 46: 325-328.

Óscar Pereira, J., Gomes, E.F. 1995. Growth of rainbow trout fed a diet supplemented with earthworms, after chemical treatment. Aquaculture International. 3: 36-42.

Paoletti, M.G., Buscardo, E., VanderJagt, D.J., Pastuszyn, A., Pizzoferrato, L., Huang, Y.S., Chuang, L.T., Millson, M., Cerda, H., Torres, F., Glew, R.H. 2003. Nutrient content of earthworms consumed by Ye'Kuana Amerindians of the Alto Orinoco of Venezuela. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 270: 249-257.

Pucher, J., Ngoc, T.N., Yen, T.T.H., Mayrhofer, R., El-Matboulic, M., Focken, U. 2014. Earthworm meal as fishmeal replacement in plant based feeds for common carp in semi-intensive aquaculture in rural Northern Vietnam. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 14: 557-565.

Ruban, G.I. 1997. Species structure, contemporary distribution and status of the Siberian surgeon *Acipenser baerii*. Environmental Biology of Fishes. 48: 221-230.

Ruban, G.I. 1999. The Siberian Sturgeon *Acipenser baerii* Brandt. Species structure and ecology. GEOS Press, Moscow. 235P (in Russian).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.3.8]

Sicuro, B., Gai, F., Dapra, F., Palmegiano, G.B. 2012. Hybridsturgeon ‘‘AL’’ (*Acipenser naccari* × *Acipenser baeri*) diets: the use of alternative plant protein soiurces. Aquaculture Research. 43: 161-166.

Sinha, R.K., Valani, D., Chauhan, K., Agarwal, S. 2010. Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: reviving the dreams of Sir Charles Darwin. Journal of Agriculture Biotechnology and Sustainable Development. 2: 113-128.

Sogbesan, A., Ugwumba, A. 2008. Nutritional values of some non-conventional animal protein feedstuffs used as fishmeal supplement in aquaculture practices in Nigeria. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 8: 159-164.

Stafford, E., Tacon, A. 1984. Nutritive value of the earthworm, *Dendrodrilus subrubicundus*, grown on domestic sewage, in trout diets. Agricultural Wastes. 9: 249-266.

Stafford, E.A., Tacon, A.G. 1985. The nutritional evaluation of dried earthworm meal (*Eisenia foetida*, Savigny, 1826) included at low levels in production diets for rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. Aquaculture Research. 16: 213-222.

Tacon, A., Stafford, E., Edwards, C. 1983. A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid worms for rainbow trout. Aquaculture. 35: 187-199.

Tacon, A.G., Metian, M. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. Aquaculture. 285: 146-158.

Tacon, A., Hasan, M., Allan, G., El-Sayed, A., Jackson, A., Kaushik, S., Ng, W., Suresh, V., Viana, M. 2010. Aquaculture feeds: addressing the long-term sustainability of the sector. In Farming the Waters for People and Food. Proceedings of the Global Conference on Aquaculture. Phuket, Thailand. 896 p.

Tuan, N.N., Pucher, J., Becker, K., Focken, U. 2015. Earthworm powder as an alternative protein source in diets for common carp (*Cyprinus carpio* L.). Aquaculture Research doi:10.1111/are.12743.

Velasquez, L., Ibanez, I., Herrera, C., Oyarzun, M. 1991. A note on the nutritional evaluation of worm meal (*Eisenia feotida*) in diets for rainbow trout. Animal Production. 53: 119-122.

Wei, Q., He, J., Yang, D., Zheng, W., Li, L. 2004. Status of sturgeon aquaculture and sturgeon trade in China: a review based on two recent nation wide surveys. Journal of Applied Ichthyology. 20:321-332.

Williot, P., Sabeau, L., Gessner, J., Arlati, G., Bronzi, P., Gulyas, T., Berni, P. 2001. Sturgeon farming in Western Europe: recent developments and perspectives. Aquatic Living Resources. 14: 367-374.

Zhu, H., Gong, G., Wang, J., Wu, X.F., Xue, M., Niu, C.J., Guo, L.Y., 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: 1389-1395.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.3.3.8]