اثر مکمل متیونین و لایزین بر روند رشد، کارایی غذا، قابلیت هضم و ترکیب بدن فیل ماهی پرورشی (*Huso huso*) تغذیه شده با جیره محتوی پروتئین سویا

محمود محسنی[1*]، محمد پورکاظمی[2]، میرحامد سید حسنی[1]، حمیدرضا پورعلی[1]

*mahmoudmohseni73@gmail.com

۱- موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، صندوق پستی ۳٤٦٤ – ٤١٦٣٥
۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹٤

چکیده

بررسی حاضر به منظور ارزیابی اثرات مکمل های لایزین و متیونین بر عملکرد رشد، ترکیب بدن و قابلیت هضم فیل ماهی جوان (*Huso huso*) پرورشی تغذیه شده با جیره محتوی پروتئین سویا، طراحی و اجرا گردید. چهار جیره آزمایشی بر پایه پروتئین سویا (جیره شاهد، بدون لایزین و متیونین)، جیره ۱ (فقط لایزین)، جیره ۲ (فقط متیونین) و جیره ۳ (حاوی لایزین و متیونین) فرموله شدند. تعداد ۲۴۰ عدد ماهی با وزن متوسط ۴/۶۴ ± ۱۴۴/۶ گرم با ۳ تکرار در هر تیمار با یکی از ۴ جیره آزمایشی به مدت ۱۲ هفته تغذیه شدند. مکمل لایزین و متیونین به جیره پایه محتوی ۳۴۴ گرم بر کیلوگرم کنجاله سویا به مقدار ۲۲/۰۲ و ۱۲/۹۴ گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره اضافه شد. شاخصهای وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین، ضریب چاقی، ضریب تبدیل غذایی، میزان پروتئین ماهیچه و قابلیت هضم ظاهری پروتئین ماهیانی که از محتوی مکمل لایزین + متیونین تغذیه کرده بودند، بطور معنی داری ($P\leq$ ۰/۰۵) از ماهیان تغذیه شده از سایر جیره ها مناسبتر بود. هیچگونه اختلاف معنی داری در شاخصهای فوق الذکر در ماهیانی که از جیره های ۲ و ۳ تغذیه کرده بودند، مشاهده نشد. شاخصهای رشد، ترکیب لاشه، قابلیت هضم ظاهری پروتئین، چربی و ماده خشک در ماهیانی که از جیره شاهد تغذیه کرده بودند، بطور معنی داری پائین تر از ماهیانی بود که از جیره های محتوی لایزین، متیونین یا ترکیب لایزین، متیونین تغذیه کرده بودند. با توجه به نتایج مطالعه حاضر میتوان اذعان نمود، فیل ماهی جوان پرورشی(*Huso huso*) می تواند بطور موثری از مکمل اسید آمینه لایزین (L-lysin) بمیزان ۲۲/۰۲ گرم در کیلوگرم جیره و متیونین (DL-metionine) بمیزان ۱۲/۹۴ گرم در کیلوگرم در جیره پایه محتوی ۳۴۴ گرم در کیلوگرم کنجاله سویا برای ترکیب لاشه، کارایی رشد و تغذیه بهتر استفاده نماید.

لغات کلیدی : پروتئین سویا، کارایی غذا، قابلیت هضم ظاهری، لیزین، متیونین و فیل ماهی

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

مقدمه

آرد ماهی به دلیل ارزش غذایی بالا و خوش طعم بودن، هنوز بعنوان یک منبع اساسی تأمین کننده پروتئین در غذای فرموله شده ماهیان بکار می رود، اما گران شدن و تهیه نمودن آن در بسیاری از نقاط جهان در آینده، آن را به معضلی جدی برای آبزی پروری تبدیل خواهد نمود (FAO, 2012). از این رو ضرورت جایگزین نمودن منابع پروتئین گیاهی به جای آرد ماهی در غذای آبزیان قابل مشاهده می باشد و به شدت به آن تاکید شده است (Owen, 2011).

بنابراین رشد پایدار صنعت آبزی پروری با توجه به کاهش صید ماهیان دریایی، به تولید غذای آبزیان با حداقل وابستگی به ماهیان دریایی وابسته است (Naylor *et al.*, 2000). با توجه به نقش تغذیه در آبزی پروری و توسعه پذیرش جیره غذایی ماهیان از محصولات تجاری که شامل بخش هنگفتی از هزینه های کل پرورش می شود (۴۰ تا ۵۰ درصد) باید اذعان داشت که پرورش موفق ماهیان نیاز به استفاده از خوراک کامل، کارآمد با ترکیب بهینه دارد (محسنی و همکاران، ۱۳۸۵؛ Aprodu *et al.*, 2012) که بایستی تمام ترکیبات تغذیه ای ضروری، مانند پروتئین ها، کربوهیدرات ها، چربی ها، ویتامین ها و مواد معدنی را برای ماهی فراهم نماید (Cho *et al.*, 2005) تا اجازه رشد سریع و سالم به آنها داده شود. در حال حاضر نیز به دلیل قیمت بالای آرد ماهی، تحقیقات گسترده ای به منظور جایگزینی تمام یا حداقل بخشی از سایر منابع پروتئینی گیاهی بجای آرد ماهی صورت گرفته است. ایران دارای منابع پروتئین گیاهی غنی از جمله کنجاله سویا، ذرت، کانولا، کنجد و آفتابگردان می باشد که برخی از آنها خصوصا کنجاله سویا در سطح وسیعی در تغذیه آبزیان استفاده می شود. براساس برنامه پنجم توسعه سطح کشت سویا در کشور از ۹۰ هزار به ۱۳۲ هزار هکتار افزایش خواهد یافت. هم اکنون در ۱۰ استان کشور دانه روغنی سویا کشت می شود. کنجاله سویا به دلیل پروتئین بالا و قابلیت دسترسی (Sardar *et al.*, 2009) از گزینه های مطلوب جهت جایگزینی بجای پودر ماهی در آبزیان بشمار می رود. استفاده از پروتئین گیاهی ارزان قیمت در آبزی پروری و کاهش قیمت تمام شده غذا، توسط دیگر محققین (Refstie *et al.*, 2003; Kaushik *et al.*, 2004; Thompson *et al.*, 2007) نیز به اثبات رسیده است. نتایج این تحقیقات دلالت بر این دارد که تغییرات و تفاوتهای زیادی بسته به گونه ماهیان در توانایی استفاده از آرد سویا به عنوان یک منبع پروتئین ثانویه بجای آرد ماهی وجود دارد. همچنین به کار بردن مواد غذایی متعادل و متوازن در جیره غذایی می‌تواند هزینه تولید را پایین آورده و وضعیت تولید را بهبود بخشد (Wang *et al.*, 2008). الحاق سطوح زیاد آرد سویا بجای آرد ماهی در تغذیه ماهی بدلیل متوازن نبودن مواد مغذی (سطوح اسیدهای آمینه ضروری مانند لایزین و متیونین، انرژی و مواد مغذی)، قابلیت هضم پایین آن، کاهش مطلوبیت و خوش خوراکی غذا، مقادیر بالای بازدارنده های رشد مانند تریپسین و لکتین (Tacon, 2008) منجر به کاهش رشد و کارآیی غذا در ماهیان خواهد شد (Ahmed *et al.*, 2003; Ahmed & Khan 2004; Gaber, 2006). اضافه نمودن جاذب‌های شیمیایی در غذای فرموله شده ماهی اهمیت بسیاری داشته و امروزه در آبزی‌پروری بسیار گسترش یافته است. ترکیبات فوق سبب افزایش بهبود کیفیت غذای مصرفی، به حداقل رسانیدن زمان غذا گیری ماهی، کاهش زمان ماندن غذا در آب و در نتیجه سبب کاهش و از بین رفتن مواد مغذی موجود در غذا گشته و به تبع آن آلودگی آب نیز به حداقل خواهد رسید (Webster & Lim, 2002; Marcouli *et al.*, 2006).

لایزین یک اسیدهای آمینه ضروری است که اهمیت زیادی در تعیین پروتئین مورد نیاز و صرفه‌جویی در مصرف پروتئین دارد (Wilson & Poe, 1985; Kim & Lall, 2001) به نحوی که جزء اسیدهای آمینه محدود کننده در پروتئین آرد غلات به شمار می رود که نقش کلیدی در فرمول‌بندی درست جیره‌های غذایی داشته که با ایجاد طعم مناسب، اثرات سودمندی در مصرف مواد غذایی و رشد ماهی دارد (Small &

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

Soares, 2000; Murillo-Gurrea *et al.*, 2001; Tantikitti & Chimsung, 2001)

میتونین یک اسید آمینه ضروری در مهره داران خشکی است و ماهیان نیز جهت رشد مطلوب و انجام دادن وظایف متابولیکی به این اسید آمینه نیاز دارند. کمبود متیونین در بسیاری از گونه های ماهیان موجب کاهش رشد، کارایی غذا و بروز آب مروارید می گردد (Goff & Galtin, 2004).

پرورش فیل ماهی (*Huso huso*) صنعت نسبتا جدیدی در ایران به شمار می‌آید و اطلاعات در مورد مدیریت مناسب پرورش و نیازمندیهای غذایی این گونه محدود است. فیل ماهی به دلیل رژیم گوشتخواری به درصد بالایی از پروتئین در جیره غذایی نیاز دارد (محسنی و همکاران، ۱۳۸۴). از آنجائیکه پروتئینها، بخش عمده هزینه غذاهای تنظیم شده را در هر گونه پرورشی تشکیل می دهند (Mohseni *et al.*, 2011)، تعیین احتیاجات پروتئینی و وارد نمودن اجزای پروتئینی ارزان قیمت در فرمولاسیون غذایی محتوی سطوح متعادل اسید آمینه، اولین گام موثر در جهت تولید جیره غذایی کم هزینه با کارایی بالا در رشد ماهیان محسوب می شود (Coutinho *et al.*, 2012).

جیره غذایی بر اساس پروتئین سویا برای ماهیان پرورشی نیاز به مکمل های متیونین و لایزین به منظور افزایش روند رشد، کارایی غذا و جلب بچه ماهیان به غذای فرموله شده را دارد (Kitagima & Fracalossi, 2011). ولی این امر در فیل ماهیان مورد بررسی و مطالعه قرار نگرفته است. بنابراین، در این مطالعه تاثیر متیونین و لیزین بر پلت های غذایی حاوی پروتئین پایه سویا بر روند رشد، کارایی غذا، قابلیت هضم و ترکیب بدن فیل ماهی پرورشی به منظور امکان معرفی جیره غذایی بهینه طراحی و انجام شد.

مواد و روش کار

جیره‌های غذایی و نحوه تهیه آن

به منظور تهیه جیره های غذایی، ابتدا ترکیبات غذایی مورد نیاز جهت آنالیز به آزمایشگاه (آنالیز غذایی مرکز تحقیقات علوم دامی کشور و موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر) منتقل گردید تا بر اساس اطلاعات صحیح از ترکیب مواد اولیه نسبت به تنظیم جیره‌ها اقدام گردد (جدول ۱). ترکیبات اسید آمینه پودر سویا، جیره بدون مکمل و جیره پایه در جدول ۲ نشان داده شده است. مکمل لایزین (L-lysin) و متیونین (DL-metionine) به جیره پایه محتوی ۳۴۴ گرم بر کیلوگرم کنجاله سویا به مقدار ۲۲/۰۲ و ۱۲/۹۴ گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره به منظور تامین نیازمندی غذایی اسیدهای آمینه مکمل لایزین و متیونین (محسنی و همکاران، ۱۳۹۴) اضافه شد. جیره شاهد (بدون مکمل لایزین و متیونین) و مابقی جیره های آزمایشی (جیره های ۱ تا ۳) با استفاده از پودر ماهی کیلکا عمل‌آوری شده در دمای پائین و کنجاله سویا بعنوان منبع پروتئینی، روغن ذرت و روغن ماهی کیلکا (به نسبت مساوی) بعنوان منبع چربی و آرد گندم بعنوان منبع کربوهیدرات، چهار جیره جیره آزمایشی ایزوکالریک (۴۳۱۵ کیلوکالری انرژی قابل هضم بر کیلوگرم جیره)، ۱۳/۳٪ چربی خام و با پروتئین خام یکسان (۴۲ درصد پروتئین) فرموله شدند. پس از تنظیم و تعیین درصد هر یک از اجزای سازنده جیره‌ها، اقدام به ترکیب و آماده سازی آن‌ها توسط دستگاه پلت زن (CPM, Californai Pleat Meal, USA) شد. پلتها به قطر ۴ میلی‌متر تهیه و به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه خشک‌کن در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به منظور کاهش رطوبت به میزان ۹ تا ۱۰٪ قرار داده شدند. جیره‌ها پس از خشک‌شدن، بسته بندی، شماره‌گذاری شده و تا زمان مصرف در دمای منفی ۱۸ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. یک ساعت قبل از مصرف و توزیع غذا، جیره‌ها خارج و پس از متعادل شدن با دمای اتاق با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین و در اختیار ماهیان قرار گرفت.

تهیه ماهیان و نحوه پرورش

تعداد ۲۴۰ عدد بچه فیل ماهی (۲۰ عدد در هر تانک) با وزن متوسط ۴/۶۴ ± ۱۴۴/۶ گرم بطور تصادفی در ۱۲ تانک فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری (قطر ۲۰۰ سانتیمتر، ۵۳

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

سانتیمتر ارتفاع و حجم مفید آب ۱۷۰۰ لیتر) در فضای سرپوشیده مجهز به سیستم هوادهی، تخلیه آب مرکزی و شیرهای تنظیم آب (بصورت فواره‌ای) با دبی آب ۴/۷۵ لیتر در دقیقه (آب رودخانه سفیدرود) در موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر بمدت ۱۲ هفته پرورش داده شدند. هر جیره به ۳ تانک فایبرگلاس داده شد. ماهیان ۴ بار در روز در ساعات ۸-۱۴-۲۰ و ۲ صبح تا حد سیری به صورت دستی غذادهی شدند. منظور کاهش استرس، ۱۲ ساعت قبل و بعد از زیست سنجی، غذادهی ماهیان قطع می‌گردید. جهت زیست سنجی، ماهیان توسط محلول (ppm)۲۰۰ پودر گل میخک بیهوش می‌شدند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۵).

جدول ۱: اجزای غذایی و ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی

ترکیبات غذایی	مقادیر (گرم بر کیلوگرم ماده خشک)
آرد ماهی[1]	۲۸۰
گلوتن گندم[2]	۸۵
کنجاله سویا[3]	۳۴۴
آرد گندم	۸۰
دکسترین	۳۹
متیونین	۰
لایزین	۰
روغن (گیاهی + جانوری)[1]	۱۱۷
مکمل ویتامینی[4]	۲۰
مکمل معدنی[4]	۵
Cr_2O_3	۱۰
سلولز	۲۰

آنالیز تقریبی (N=3) جیره های آزمایشی (گرم بر کیلوگرم ماده خشک)

	جیره شاهد	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۳
رطوبت	۱۰۳	۱۰۰	۱۰۱	۱۰۴
پروتئین خام	۴۲۶	۴۲۴	۴۲۲	۴۲۳
چربی خام	۱۳۵	۱۳۲	۱۳۳	۱۳۱
خاکستر	۱۱۲	۱۰۷	۱۱۱	۱۰۹
فیبر	۲۵	۲۴	۲۵	۲۵
انرژی خام ($kJ\ g^{-1}$)	۱۹/۸	۲۰/۱	۱۹/۹	۱۹/۸
کلسیم	۱۷	۱۷/۱	۱۷	۱۷
فسفر	۱۱/۴	۱۱/۴	۱۱/۴	۱۱/۳
لایزین	۱۲/۵۳	۳۴/۵۵	۱۲/۵۳	۳۴/۵۵
متیونین	۶/۵۶	۶/۵۶	۱۹/۵	۱۹/۵
نسبت پروتئین به انرژی ($mg\ kg^{-1}$)	۲۱/۵	۲۱/۱	۲۱/۶	۲۱/۷

۱: آرد ماهی:۶۰ درصد پروتئین، روغن ماهی تهیه شده از شرکت پودر ماهی خزر- کیاشهر. ۲: گلوتن ذرت: ۷۲ درصد پروتئین تهیه شده از شرکت گلوکوزان- قزوین. ۳: آرد سویا تهیه شده از شرکت خوشه زرین- مشهد . ۴: پرمیکس ویتامین، معدنی، ویتامینC و E و لایزین تهیه شده از شرکت سیانس- قزوین

ویتامین پرمیکس (برحسب IU یا میلی گرم در کیلوگرم): د- ال- آلفا توکوفرول استات ۶۰ ای . یو،د- ال– کولکلسیفرول ۳۰۰۰ ای . یو. تیامین ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم، ریبوفلاوین ۳۰ میلیگرم در کیلوگرم،

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

پیرودوکسین ۱۵ میلیگرم در کیلوگرم، ویتامین B12 ۰/۰۵ میلیگرم در کیلوگرم، نیکوتینیک اسید ۱۷۵ میلی گرم در کیلوگرم، اسیدفولیک ۵ میلی گرم در کیلوگرم، اسیداسکوربیک ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم، اینوسیتول ۱۰۰۰ میلیگرم در کیلوگرم، بیوتین ۲/۵ میلیگرم در کیلوگرم، کلسیم پنتوتئات۵۰ میلیگرم در کیلوگرم و کولین کلراید ۲۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم .

پرمیکس معدنی (بر حسب میلی گرم یا گرم در کیلوگرم): کربنات کلسیم ۴۰ درصد ۲/۱۵ گرم در کیلوگرم، اکسید منیزیوم ۱/۲۴ گرم در کیلوگرم، سیترات فریک ۰/۲ گرم در کیلوگرم ، یدید پتاسیم ۰/۴ میلی گرم در کیلوگرم، سولفات روی ۰/۴ میلی گرم در کیلوگرم، سولفات مس ۰/۳ گرم در کیلوگرم، سولفات منگنز ۰/۳ گرم در کیلوگرم، کلسیم فسفات دو ظرفیتی ۵ گرم در کیلوگرم، سولفات کبالت ۲ میلیگرم در کیلوگرم، سلنیت سدیم ۳ میلیگرم در کیلوگرم، کلرید پتاسیم ۰/۹ گرم در کیلوگرم و کلرید سدیم ۰/۴ گرم در کیلوگرم.

جدول ۲: آنالیز (N=3) آرد ماهی، کنجاله سویا و جیره شاهد (گرم بر کیلوگرم ماده خشک)

ترکیب	پودر ماهی	کنجاله سویا	جیره شاهد
هیستدین	۱۴/۱	۱۱/۱	۶/۲۹
ایزولوسین	۲۷/۴	۱۷/۸	۵/۷۲
لایزین	۴۹/۲	۷/۲	۱۲/۵۳
لوسین	۴۹/۱	۳۰/۶	۳۰/۱
متیونین	۱۸/۱	۶/۱	۶/۵۶
فنیل الانین	۲۵/۵	۲۴/۱	۱۳/۷
آرژنین	۳۷/۷	۳۰/۶	۲۲/۷
گلایسین	۳۶/۲	۲۶/۴	۲۳/۵
تیروزین	۲۵/۳	۱۷	۱۲/۷
سرین	۲۴/۱	۷/۹	۲۰/۴
سیستئین	۶	۵	۵/۵۲

آنالیز اجزا، جیره غذایی و ترکیب بدن فیلماهی

آنالیز تقریبی ترکیبات، مواد اولیه و جیره‌های آزمایشی بر اساس روشهای استاندارد جیره AOAC (1995) انجام شد. پس از ۱۲ ساعت قطع غذادهی به منظور اطمینان از تخلیه محتویات شکمی ماهیان در پایان دوره پرورش و بیهوش نمودن ماهیان توسط محلول (ppm) ۲۰۰ پودرگل میخک، از هر تکرار ۳ عدد ماهی به طور تصادفی برداشت و پس از خارج نمودن کبد و امعا و احشا، به منظور محاسبه شاخص کبدی، عضله ماهی جهت تعیین مقادیر پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر به آزمایشگاه ارسال گردید. پروفیل آمینو اسیدهای جیره های غذایی و نیز کنجاله سویا با استفاده از دستگاه HPLC, HPLC) (Knauer Model , Made in Germany بر اساس روش Korous و همکاران (۲۰۰۷) با کمی تغییرات استخراج و شناسایی شد. بطوریکه ستون اندازه گیری از نوع HALOC18 در ۵ سانتیمتری، دتکتور فلوئورسانس در طول موج(Excitation):۳۳۰ نانومتر، طول موج (Emmission): ۴۵۰ نانومتر تنظیم و Flow Rate: 1.1ml/in و Run Time: 25 min بود.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

نمونه جیره‌ها و ماهی در ۱۰۵ درجه سانتیگراد بمدت ۶ ساعت تا رسیدن به یک وزن ثابت، برای اندازه‌گیری رطوبت خشک شدند. پروتئین با برآورد نیتروژن کل (N×۶/۲۵) با استفاده از روش کجلدال استخراج، چربی با روش سوکسله با استفاده از حلال کلروفروم با نقطه جوش ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴ تا ۶ ساعت استخراج، میزان انرژی موجود در ترکیبات غذایی بوسیله بمب کالریمتر و خاکستر با سوزاندن در کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۹ ساعت اندازه‌گیری شدند.

تعیین شاخص های رشد و کبدی

استفاده از اطلاعات زیست سنجی هر تانک، فاکتورهای محاسباتی شامل وزن کسب شده (WG)، شاخص رشد ویژه (SGR %/day) ، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، صریب چاقی (CF)، نسبت بازده پروتئین (PER) و شاخص کبدی (HSI%) محاسبه شد.

وزن ابتدایی - وزن انتهایی = میزان افزایش وزن (WG)

۱۰۰ × دوره پرورش / (لگاریتم وزن ابتدایی– لگاریتم وزن انتهایی) = نرخ رشد ویژه (SGR)

۱۰۰ × ^{۳}(طول) / وزن = شاخص وضعیت (CF)

وزن تر تولید شده / وزن غذای خورده شده = ضریب تبدیل غذایی (FCR)

۱۰۰ × وزن بدن / وزن کبد = شاخص کبدی (HSI)

۱۰۰ × پروتئین مصرف شده / وزن تر تولید شده = نرخ بازده پروتئین (PER)

تعیین قابلیت هضم

پس از پایان هفته دوازدهم تغذیه ماهیان با جیره غذایی حاوی ۱ درصد اکسید کروم به میزان ۳ تا ۵ درصد وزن بدن به مدت ۳ تا ۴ هفته دیگر با توجه به مقادیر کمی مدفوع ادامه یافت. جهت تخلیه شکمی ماهیان هر دو روز یکبار اقدام به صید ۵ تا ۱۰ ماهی شد. ابتدا بوسیله پودر گل میخک بیهوش شدند و سپس محتویات محوطه شکمی با مالش قسمت شکمی (Stripping) ماهیان تخلیه شد. نمونه مدفوع از ماهیان در تیوپهای سرپوشیده نگهداری و جهت آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. قابلیت هضم واقعی ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام با استفاده از فرمولهای زیر تعیین گردید (Menghe *et al.*, 2013).

[میزان اکسید کرومیک مدفوع / میزان درصد اکسید کرومیک در جیره غذایی) -۱۰۰] - ۱۰۰ = قابلیت هضم ظاهری ماده خشک (٪)

/ (ماده مغذی جیره غذایی به درصد / ماده مغذی مدفوع به درصد)] - ۱۰۰ = قابلیت هضم ظاهری ماده مغذی (٪)

[(۱۰۰× (میزان اکسید کرومیک مدفوع / میزان درصد اکسید کرومیک در جیره غذایی)

آنالیز آماری

تحقیق حاضر در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل در سه تکرار روی بچه فیل ماهیان مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی توزیع نرمال داده ها در گروه ها و تکرارها جهت تشکیل تیمارها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. به منظور مقایسه آماری داده های حاصل از شاخصهای رشد، ترکیب لاشه و شاخصهای بیوشیمیایی بین گروه ها در تیمارها آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (Oneway Anova) بکار گرفته شد و پس از انجام آزمون Test of Homogeneity of Variances، جهت مقایسه گروه ها با یکدیگر از آزمون دانکن استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 12 صورت گرفت. اختلاف معنی دار آماری با سطح $p\leq$ ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. داده های این مطالعه بصورت Mean ± SD نشان داده شده است.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

نتایج

الف: شاخصهای رشد

در طول دوره پرورش، هیچگونه مرگ و میری مشاهده نشد. در پایان ۱۲ هفته پرورش، شاخصهای وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین، ضریب چاقی و ضریب تبدیل غذایی ماهیهایی که از جیره ۳ محتوی مکمل لایزین + متیونین تغذیه کرده بودند، بطور معنی داری ($p\leq$ ۰/۰۵) از ماهیان تغذیه شده از سایر جیره ها بالاتر بود (جدول ۳). کمترین میزان شاخص کبدی متعلق به ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد بود، که بطور معنی داری نسبت به ماهیان تغذیه شده با سایر تیمارها، پائین تر بود. هیچگونه اختلاف معنی داری در شاخصهای فوق الذکر در ماهیانی که از جیره های ۲ و ۳ به ترتیب شامل فقط لایزین یا فقط متیونین تغذیه کرده بودند، مشاهده نشد. ولی شاخص‌های رشد در ماهیانی از جیره شاهد تغذیه کرده بودند، بطور معنی داری پائین تر از ماهیانی بود که از جیره های محتوی لایزین، متیونین یا ترکیب لایزین، متیونین تغذیه کرده بودند.

جدول ۳ : شاخص های رشد و کبدی بچه فیلماهیان پرورشی در تیمارهای مختلف غذایی

شاخص‌ها	جیره های آزمایشی			
	تیمار شاهد	تیمار ۱ (مکمل لایزین)	تیمار ۲ (مکمل متیونین)	تیمار ۳ (مکمل لایزین + متیونین)
وزن نهایی (گرم)	۶۴۷/۳±۱۱/۴^{c}	۷۸۵/۳±۲/۳^{b}	۷۹۸/۳±۴/۸۱^{b}	۸۱۴/۳±۴/۷۹^{a}
وزن کسب شده (درصد)	۳۴۴/۶±۸/۲^{c}	۴۵۴/۹±۳/۵^{b}	۴۵۱/۹±۳/۶^{b}	۴۸۴/۲±۷/۸^{a}
شاخص رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۴۵±۰/۰۳^{c}	۲/۴۵±۰/۰۱^{b}	۲/۴۴±۰/۰۳^{b}	۲/۷۵±۰/۰۳^{a}
ضریب تبدیل غذا	۱/۷۳±۰/۰۵^{a}	۱/۴۷±۰/۰۳^{b}	۱/۴۳±۰/۰۴^{b}	۱/۲۸±۰/۰۳^{c}
ضریب چاقی	۰/۴۱±۰/۰۹^{c}	۰/۵۶±۰/۰۶^{b}	۰/۵۹±۰/۰۹^{b}	۰/۶۳±۰/۰۴^{a}
نسبت بازده پروتئین	۱/۰۴±۰/۰۲^{c}	۱/۵۳±۰/۰۳^{b}	۱/۵۲±۰/۰۴^{b}	۱/۶۹±۰/۰۴^{a}
شاخص کبدی	۲/۶۸±۰/۰۶^{b}	۳/۱۱±۰/۰۵^{a}	۳/۰۹±۰/۰۴^{a}	۳/۲۷±۰/۰۳^{a}

میانگین(± انحراف معیار)

حروف متفاوت در هر ردیف نشاندهنده وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهاست ($p\leq$۰/۰۵).

ب: ترکیب بدن

در جدول ۴ نتایج مربوط به اثر مکمل لایزین و متیونین در جیره محتوی پروتئین سویا بر ترکیب بدن نشان داده شده است. بیشترین میزان پروتئین ماهیچه متعلق به ماهیان تغذیه شده با جیره ۳ محتوی مکمل لایزین + متیونین بود که بطور معنی داری نسبت به پروتئین ماهیچه ماهیان تغذیه شده با تیمارهای شاهد، تیمار های ۱ و ۲ (به ترتیب فقط لایزین یا فقط متیونین) جیره بالاتر بود ($p\leq$ ۰/۰۵). داده‌های ارائه شده بیانگر تاثیر معنی‌دار سطوح لایزین و متیونین جیره بر مقادیر چربی و رطوبت ماهیچه بود ($Pp\leq$ ۰/۰۵). بطوریکه با افزودن مکمل لایزین و متیونین به جیره غذایی ماهیان، میزان چربی به طور معنی‌داری کاهش و در مقابل رطوبت لاشه به طور معنی‌داری افزایش یافت.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

جدول ۴: ترکیب بیوشیمیایی ماهیچه ماهیان در تیمارهای مختلف غذایی (بر اساس گرم در کیلوگرم وزن تر)

شاخصها	جیره های آزمایشی			
	تیمار شاهد	تیمار ۱ (مکمل لایزین)	تیمار ۲ (مکمل متیونین)	تیمار ۳ (مکمل لایزین + متیونین)
پروتئین ماهیچه	۱۴۷/۲±۵/۵۹^{c}	۱۶۱/۵ ± ۵/۰۳^{b}	۱۶۰/۴ ±۲/۴۹^{b}	۱۶۷/۹±۲/۳۳^{a}
چربی ماهیچه	۵۰/۹۵ ±۱/۹۳^{b}	۵۶/۱ ±۱/۴۸^{a}	۵۵/۰±۱/۵۹^{a}	۵۶/۹ ±۱/۲۳^{a}
رطوبت ماهیچه	۷۸۹/۸±۸/۴۱^{a}	۷۱۱/۶±۹/۲۱^{b}	۷۱۵/۹±۸/۴۵^{b}	۶۹۸/۱±۶/۲۲^{b}

میانگین(± انحراف معیار)

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی دار آماری است ($p\leq ۰/۰۵$).

ج: قابلیت هضم ظاهری

مقادیر متوسط قابلیت هضم ظاهری پروتئین، چربی و ماده خشک فیلماهیان مورد مطالعه در جدول ۵ نشان داده شده است. قابلیت هضم ظاهری پروتئین در ماهیانی که از جیره ۳ محتوی مکمل لایزین + متیونین تغذیه کرده بودند بطور معنی داری از ماهیانی که از سایر جیره ها تغذیه کرده بودند بالاتر بود. هیچ تفاوت معنی داری در قابلیت هضم ظاهری پروتئین در ماهیانی تغذیه شده با جیره ۱ و ۲ محتوی (به ترتیب فقط لایزین یا فقط متیونین) تغذیه کرده بودند ملاحظه نشد. هیچ تفاوت معنی داری در مقادیر متوسط قابلیت هضم ظاهری چربی ماهیان تغذیه شده با تیمارهای مورد بررسی مشاهده نشد، به استثنای قابلیت هضم ظاهری چربی ماهیان جیره شاهد که بطور معنی داری پایئن تر از سایر تیمارها بود. قابلیت هضم ظاهری ماده خشک از تیمارها تاثیر نپذیرفته بود، به استثنای ماهیانی که از جیره شاهد تغذیه کرده بودند که نسبت به ماهیان تغذیه شده با جیره ۳ (محتوی مکمل لایزین + متیونین) بطور معنی داری پایئن تر بود.

جدول ۵: قابلیت هضم ظاهری پروتئین، چربی و ماده خشک فیلماهیان مورد مطالعه در تیمارهای مختلف غذایی

شاخصها	جیره های آزمایشی			
	تیمار شاهد	تیمار ۱ (مکمل لایزین)	تیمار ۲ (مکمل متیونین)	تیمار ۳ (مکمل لایزین + متیونین)
پروتئین	۷۴/۳±۱/۵۷^{c}	۸۳/۲±۱/۶۴^{b}	۸۴/۱±۱/۷۱^{b}	۸۹/۴±۱/۷۰^{a}
چربی	۸۰/۳±۱/۶۴^{b}	۹۱/۲±۱/۶۹^{a}	۹۱/۵±۱/۳۴^{a}	۹۴/۴±۱/۵۳^{a}
ماده خشک	۶۸/۵±۱/۳۷^{b}	۶۵/۱±۰/۹۲^{ab}	۶۵/۴±۰/۹۴^{ab}	۶۴/۱±۰/۸۵^{a}

میانگین(± انحراف معیار)

حروف متفاوت در هر ردیف نشاندهنده وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهاست ($p\leq ۰/۰۵$).

بحث

شاخص‌های وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین، ضریب چاقی و ضریب تبدیل غذایی ماهیهایی که از جیره ۳ محتوی مکمل لایزین + متیونین تغذیه کرده بودند، بطور معنی داری ($p\leq ۰/۰۵$) از ماهیان تغذیه شده از سایر جیره ها بالاتر بود. Ai و همکاران در سال ۲۰۰۵ دریافتند که امکان جایگزین نمودن ۵۳ درصد کنجاله سویا به همراه مکمل متیونین در جیره غذایی گربه ماهی (*Silurus meridionalis*) امکان پذیر است. تحقیقات انجام شده

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

روی قزل الای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) نشان داده است که آرد سویا منبع پروتئینی مناسبی برای ماهیان گوشتخوار است و امکان جایگزین نمودن بخشی از آن به همراه مکمل متیونین و لایزین بجای پودر ماهی وجود دارد (Webster & Lim, 2002). نتایج یافته های Gomes و همکاران در سال ۱۹۹۵ هیچگونه اختلاف معنی داری در عملکرد رشد ماهیان قزل آلا که در جیره آنها ۳۳ تا ۶۶ درصد آرد ماهی بوسیله پروتئینهای گیاهی (کنجاله سویا، نخود، کلزا و گلوتن ذرت) جایگزین شده بود با جیره شاهد (فاقد پروتئین گیاهی) گزارش ننمود. استفاده از سویا در جیره غذایی ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tschawytscha*) موجب عوارض نامطلوب در رشد و عوامل فیزیولوژیک گردید، ولی آزاد ماهیان دیگر نظیر قزل الای رنگین کمان، کوهو (*O. kisutch*) و آزاد ماهی اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) از رشد مطلوب و قابلیت هضم بالا برخوردار بودند (Bureau *et al.*, 2000). نتایج یافته های تحقیقاتی حاکی از آن بود که ماهیان گوشتخوار می توانند از سویا به عنوان یک منبع پروتئینی بهره برداری کنند، ۴۰ درصد از آرد ماهی در جیره غذایی قزل الای رنگین کمان و باس دریایی و ۱۰۰ درصد آرد ماهی در جیره غذایی گربه ماهی پرورشی از آرد سویا جایگزین شد و نه تنها تاثیر نامطلوبی بر روند رشد و فراسنجه های فیزیولوژیک گونه های مذکور نداشته بلکه هر گروه از فراسنجه های رشد مناسب برخوردار بودند، اما باید اذعان نمود که در بسیاری از گونه های پرورشی، جایگزینی بیش از ۵۰ درصد آرد ماهی با آرد سویا و سایر منابع پروتئین گیاهی، نرخ رشد کاهش یافته و موجب کاهش قابلیت سیستم ایمنی غیراختصاصی و وخیم تر شدن تغییرات پاتولوژیک روده بزرگ می شود (Burrels *et al.*, 1999).

با توجه به ثابت بودن مدیریت تغذیه و پرورش ماهیان مورد بررسی، کاهش معنی دار روند رشد و کارایی غذا در ماهیان تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها می توان اذعان نمود لایزین و متیونین جیره پایه ناکافی بوده و نیاز اسیدآمینه ای فیل ماهی را برآورده نمی سازد. نتایج فوق با مطالعات Sarder و همکاران (۲۰۰۹) در خصوص گونه کپور هندی (*Laebo rohita*)، تیلاپیای نیل (*Oreochromis niluticus*) (Gaber, 2006) و تاسماهی ایرانی (محسنی و همکاران ۱۳۸۹) همخوانی دارد. فیل ماهیان تغذیه شده با جیره بر پایه آرد سویا با مکمل سازی جداگانه لایزین یا متیونین بطور معنی داری دارای روند رشد و کارایی تغذیه ضعیف تری از ماهیهای تغذیه شده با متیونین و لایزین بودند. هر چند مکمل سازی جداگانه اسید آمینه باعث عملکرد رشد بهتر نسبت به ماهی های تیمار شاهد بود و می توان اذعان نمود که مکمل کردن لایزین و متیونین با هم نسبت به مکمل کردن مجزای لایزین یا متیونین در جیره پایه جهت حصول به عملکرد رشد بیشتر بهتر است. می توان بیان نمود کیفیت پروتئین و ترکیب اسیدهای آمینه جیره دو فاکتور مهم اثرگذار بر روی رشد ماهیان می باشند، بطوریکه پروتئین جیره های غذایی که حتی فقط یک نوع اسید آمینه ضروری را نداشته باشد برای رشد کافی نمی باشند.

نتایج مطالعات Takagi و همکاران در سال ۲۰۰۱ مشابه یافته های حاضر است که بیان نمودند ماهیان سیم قرمز دریایی (*Pagrus major*) تغذیه شده با جیره کنسانتره سویا مکمل شده با متیونین و لایزین از روند رشد و کارایی غذایی بالاتری نسبت به ماهیان تغذیه شده با جیره بدون متیونین و لایزین برخوردار بودند. میزان تحمل گونه‌های متداول پرورشی به بازدارنده‌های موجود در کنجاله سویا متفاوت است. بازدارنده پروتئاز، یک ماده ضدغذایی بسیار شایع است که دو گروه شامل بازدارنده تریپسین و دیگری بازدارنده پروتئاز Bowman-Birk آن در کنجاله سویا وجود دارد (Norton, 1991). نتایج دستاوردها در خصوص گونه آزاد آتلانتیک نشان داد که افزایش مقادیر کنجاله سویا به میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد تأثیر منفی در روند رشد نداشته است. اگر به یک آلترناتیو پروتئینی مناسب بجای پودر ماهی و تعیین پتانسیل آن در آبزی پروری پرداخته شود باید به تاثیر آن پروتئین جایگزین بر کارکرد سیستم ایمنی و پایداری ماهی تغذیه شده در مقابل بیماریها توجه شود، چون که کارخانجات

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

تولید کننده غذا و پرورش دهندگان همواره در مورد الحاق منابع پروتئین جانشین بدلیل تاثیر منفی آنها بر شاخصهای ایمنی آبزی مورد نظر در شک و تردید هستند، اگرچه ثابت شود که ماهی تغذیه شده از این منابع روند رشد خوبی داشته است (Francis *et al.*, 2001). ماهیان تغذیه شده با متیونین و لایزین بطور معنی داری بیشترین سطح پروتئین و چربی را در مقایسه با تیمار شاهد دارا بودند. این ممکن است بدلیل استفاده بهتر از پروتئین با کاهش ذخیره چربی در حضور لایزین و متیونین باشد که منجربه رشد زیتوده ماهیان می گردد (Mohseni *et al.*, 2007). Kissil و همکاران (۲۰۰۴) اختلاف معنی داری در میزان پروتئین لاشه سیم دریایی سخت سر تغذیه شده با جیره حاوی سطوح بالای پروتئین گیاهی (سویا و پروتئین کنسانتره کانولا) نیافتند، در صورتی که میزان چربی و انرژی در لاشه ماهیان کاهش یافته بود. Khan و همکاران (۲۰۰۳) گزارش نمودند که در گونه روهو کنجاله سویای مکمل شده توسط متیونین و لایزین می تواند بطور کامل جایگزین شده و موجب تقویت و بهبود لاشه ماهیان گردد. نتایج دستاوردهای بعضی از محقیقن، یافته های بدست آمده در این تحقیق را تایید می نماید (Kaushik *et al.*, 1995; De Francesco *et al.*, 2004).

قابلیت هضم ظاهری پروتئین و چربی ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد، بطور معنی داری نسبت به سایر ماهیان کمتر بود. قابلیت هضم ظاهری پروتئین در ماهیانی که از جیره ۳ محتوی مکمل لایزین + متیونین تغذیه کرده بودند بطور معنی داری از ماهیانی که از سایر جیره ها تغذیه کرده بودند بالاتر بود، که احتمالا این امر دلالت بر افزایش قابلیت دسترسی به مواد مغذی و انرژی در جیره و به دنبال آن بهبود روند رشد و بازده غذایی می باشد. قابلیت هضم ظاهری پروتئین در حدود ۱/۷ ± ۸۹/۴ درصد در ماهیان تغذیه شده با تیمار ۳ بود. این نتایج بالاتر از قابلیت هضم ارائه شده توسط شفچنکو در سال ۱۳۸۴ (۷۹ درصد) برای تاسماهیان و کمتر از (۹۴/۲ درصد) گزارش شده برای گربه ماهی کانالی بود Kitagima & Fracalossi, 2011; Menghe *et al.*, 2013).

Lu و همکاران (۲۰۱۴) اثر سطوح متفاوت لیزین و متیونین در سه سطح صفر، کم و زیاد را بر قابلیت هضم پروتئین و چربی در ماهی سیم سیاه مورد بررسی قرار دادند و اذعان نمودند، با افزایش سطوح این دو اسید آمینه قابلیت هضم پروتئین و چربی در ماهی سیم سیاه بطور معنی داری نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود، همچنین راندمان تغذیه ای بطور معنی داری بهبود یافت. افزودن این دو اسید امینه به جیره های غذایی حاوی پروتئین سویا قبلا" توسط محققان دیگر نظیر (Forster and Ogata, 1998; Espe *et al.*, 2007; Nwanna *et al.*, 2012) گزارش شده بود. بسیاری از مطالعات نشان داده اند که این دو اسیدآمینه به تنهایی نقش تاثیر گذاری بر قابلیت هضم پروتئین و چربی نداشته ولی وجود هر دو با هم می تواند نقش بسیار زیادی بر کارایی تغذیه بر جا بگذارد(Storebakken *et al.*, 1998). با توجه به نتایج حاصل میتوان اذعان نمود، افزودن لایزین و متیونین به جیره باعث می شود تا قابلیت هضم افزایش یابد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر میتوان اذعان نمود، فیل ماهی جوان پرورشی(*Huso huso*) می تواند بطور موثری از مکمل اسید آمینه لایزین (L-lysin) بمیزان ۲۲/۰۲ گرم در کیلوگرم جیره و متیونین (DL-metionine) بمیزان ۱۲/۹۴ گرم در کیلوگرم در جیره پایه محتوی ۳۴۴ گرم در کیلوگرم کنجاله سویا برای ترکیب لاشه، کارایی رشد و تغذیه بهتر استفاده نماید. بعلاوه موضوع مشابه باید با سایر منابع پروتئین گیاهی مثل کنجاله کتان، کنجاله آفتابگردان و کانولا نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی استانداری استان گیلان در قالب پروژه مطالعه پرورش گوشتی فیل ماهی (*Huso huso*) با استفاده از جیره‌های مختلف غذایی در موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر اجرا گردید. از

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

کلیه همکاران و عزیزانی که طی مراحل اجرایی پروژه از حمایتهای بیدریغ آنان بهره‌مند شدیم، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

محسنی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی.، آق تومان، و. و پورکاظمی، م.، ۱۳۸۴. گزارش نهایی پروژه تشکیل و پرورش گله های مولد از مولدین پرورش یافته در کارگاههای تکثیر و پرورش (فاز اول: بیوتکنیک پرورش گوشتی فیل ماهی). انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۳۳ صفحه.

محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی ر. و علیزاده، م.، ۱۳۸۵. گزارش نهایی پروژه تعیین احتیاجات غذایی فیل ماهی از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۲۴ صفحه.

محسنی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی ر. و حلاجیان، ع.، ۱۳۸۹. گزارش نهایی پروژه مطالعه امکان تولید گوشت، خاویار و بچه ماهی از تاسماهیان پرورشی (تاسماهی ایرانی، فیل ماهی، شیپ و ازون برون). انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۳۴ صفحه.

محسنی، م.، سپهداری، آ.، پورعلی، ح.، سیدحسنی،م. ح.، ارشد، ع.، علیزاده، م.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، زارع گشتی،ق.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م. و سجادی، م، م.، ۱۳۹۴. مطالعه پررش گوشتی فیلماهی (***Huso huso***) با استفاده از جیره های مختلف غذایی. موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۱۱۴ صفحه.

شفچنکو، و.ن.، ۱۳۷۴ . تکنولوژی پرورش گوشتی تاسماهی ایران در وانهای فایبرگلاس با استفاده ازغذاهای مصنوعی . ترجمه صدرایی، ه . مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی. ۱۹ صفحه.

Ahmed, I. and Khan, M.A., 2004. Dietary lysine requirement of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). Aquaculture, 235: 499–511.

Ahmed, I., Khan, M.A. and Jafri, A.K., 2003. Dietary methionine requirement of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). Aquaculture International, 11: 449-462.

Ai, Q.H., Ai, Q.H., and Xie, X.J., 2005. Effects of replacement of fish meal by soybean meal and supplementation of methionine in fish meal/soybean meal-based diets on growth performance of the southern catfish Silurus meridionalis. Journal of World Aquaculture Society, 36(4): 498-507.

Aprodu, I., Vasile, A., Gurau, G., Ionescu, A. and Paltenea, E., 2012. Evaluation of nutritional quality of the common carp (*Cyprinus carpio*) enriched in fatty acids. Food Technology 36: 61-73.

Bureau, D.P., Harris, A.M., Bevan, D.J., Simmons, L.A., Azevedo, P.A. and Cho, C.Y., 2000. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. Aquaculture, 181: 281-291.

Cho, S.H., Lee, S.M. and Lee, J.H., 2005. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) reared under optimum salinity and

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

temperature conditions. Aquaculture Nutrition, 11: 235-240.

Coutinho, F., Peres, H., Guerreiro, I., Pousao-Ferreira, P. and Oliva-Teles, A., 2012. Dietary protein requirement of Sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777) juveniles. Aquaculture, 35: 391-397.

De Francesco, M., Parisia, G., Medaleb, F., Lupia, P., Kaushik, S.J. and Polia, B.M., 2004. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 236: 413-429.

Espe, M., Lemme, A., Petri, A. and El-Mowafi, A., 2007. Assessment of lysine requirement for maximal protein accretion in Atlantic salmon using plant protein diets. Aquaculture, 263: 168-178.

FAO, 2012. The state of world fisheries and aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 210p.

Forster, I. and Ogata, H.Y., 1998. Lysine requirement of juvenile Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) and juvenile red sea bream (Pagrus major). Aquaculture, 161: 131-142.

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

Gaber, M.M., 2006. Partial and complete replacement of fish meal by broad bean meal in feeds for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L., fry. Aquaculture Research, 37: 3-15.

Goff, J.B. and Gatlin, D.M., 2004. Evaluation of different sulfur amino acid compounds in the diet of red drum, Sciaenops ocellatus, and sparing value of cystine for methionine. Aquaculture, 241: 465-477.

Gomes, E.F., Rema, P. and Kaushik, S. J., 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. Aquaculture, 130: 177-186.

Kaushik, S.J., Cravedi, J.P., Lalles, J.P., Sumpter, J., Fauconneau, B. and Laroche, M., 1995. partial or total replacement of fish meal by Soya protein on growth, porting utilization ,potential estrogenic or antigenic effects, cholesterlemia and flesh quality in rainbow trout . Aquaculture, 133: 257-274.

Kaushik, S.J., Coves, D., Dutto, G. and Blanc, D., 2004. Almost total replacement of fishmeal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, Dicentrarchus labrax. Aquaculture, 230: 391-404.

Kim, J.D. and Lall, S.P., 2001. Effects of dietary protein level on growth and utilization of protein and energy by

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). Aquaculture, 195: 311-319.

Kitagima, R.E. and Fracalossi, D.M., 2011. Digestibility of alternative protein-rich feedstuffs for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Journal of the World Aquaculture Society, 42 (3): 306-312.

Korous, A., Hanczko, R., Jambor, A., Quin, Y., Perl, A. and Molnar-Perl, I., 2007. Analysis of amino acids and biogenic amines in biological tissue as thier o-phthalaldehyde/ethanethiol /flourenylmethyl chloroformate derivatives by high performance liquid chromatography: Adeproteinization study Journal of Chromatography A, 1149: 46-55.

Lu, J., Ying, H., Wen-zhong, F., Fan, Z., Bin-bin, Y., Jin-xing, X., Min-hai, L. and Qing-jun, S., 2014. Effects of Supplementation Coated Lysine and Methionine in Mixture Protein Diets on Growth Performance, Digestibility and Serum Biochemical Indices of Juvenile Black Sea Bream, *Acanthopagrus schlegelii*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 14: 633-642.

Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., FoIke, C., Lubchenco, J., Mooney, H. and Troeli, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. A'atore. 405. (6790) 1017-1024.

Nwanna, L., Lemme, A., Metwally, A. and Schwarz, F., 2012. Response of common carp (Cyprinus carpio L.) to supplemental DL-Methionine and different feeding strategies. Aquaculture, 357: 365-370.

Menghe, Li H.., Oberle Daniel, F. and Lucas Penelope, M., 2013. Apparent digestibility of alternative plant-protein feedstuffs for channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). Aquaculture Research, 44: 282-288.

Mohseni, M., Sajjadi M. and Pourkazemi, M., 2007. Growth performance and body composition of sub yearling Persian sturgeon, (*Acipenser persicus*, Borodin, 1987), fed different dietary protein and lipid levels. Journal of Applied Icthyology, 23: 204-208.

Mohseni, M., Hassani, M.H., Pourali, F.H., Pourkazemi, M. and Bai, S.C., 2011. The optimum dietary carbohydrate/lipid ratio can spare protein in growing beluga, *Huso huso.* Journal of Applied Icthyology, 27: 737-742.

Murillo-Gurrea, D.P., Coloso, R.M., Bolongan, I.G. and Serrrano, J.R., 2001. Lysine and arginine requirement of Juvenile Asian sea bass (*Lates calcarifer*). Journal of Applied Icthyology, 17: 49-53.

Marcouli, P., Alexis, M.N., Andriopoulou, A. and Ilpopulou-Greor-Gudaki, J., 2006. Development of a reference diet for use in indispensable amino acid requirement studies off gilthead sea bream *Sparus aurata* L. Aquaculture Nutrition, 10: 335-354.

Norton, G., 1991. Proteinase inhibitors. In: D،Mello, F.J.P., Duffus, C.M., Duffus,

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

J.H. (Eds.), Toxic Substances in Crop plants. The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Cambridge CB4 4WF, Cambridge, pp.68-106.

Owen, M.A.F., 2011. The effect of dietary inclusion of category 3 animal by-product meals on rainbow trout (O.*mykiss* Walbaum) mineralized tissues and immune function. Thesis of Doctor of Philosophy. University of Plymouth, pp: 173.

Refstie, S., Korsoen, O., Storebakken, T., Baeverfjord, G., Lein, I., and Roem, A. 2003. Differing nutritional responses to dietary soybean meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 190: 46-63.

Sardar, M., Abid, H.S., Randha, W.A. and Prabhakar, R., 2009. Effects of dietary lysine and methionine supplementation on growth, nutrient utilization, carcass compositions ansd haemato-biochemical status in Indian major carp, rohu (*Labeo rohita*) fed soy protein-based diet. Aquaculture Nutrition, 15: 229-346.

Small, B.C. and Soares, J.R., 2000. Quantitative dietary lysine requirement of Juvenile stripped bass *Morone saxalitis*. Aquaculture, 6: 207-212.

Storebakken T., Kvien H.S., Sherear K.D., Grisdale- Helland B., Helland S.J. and Berg G.M., 1998. The apparent digestibility of diets containing fish meal, soybean meal or bacterial meal to Atlantic salmon (*Salmo salar*): evaluation of different faecal collection methods, Aquaculture, 169: 195-210.

Takagi, S., Shimeno, S., Hosokawa, H. and Ukawa, M., 2001. Effect of lysine and methionine supplementation to a soy protein concentrate diet for red sea bream Pagrus major. Fishreis Science, 67: 1088-1096.

Tacon, G.J. and 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.

Tantikitti, C. and Chimsung, N., 2001. Dietary lysine requirement of freshwater (*Mystus nimurus* Cuv. & Val). Aquaculture Research, 32: 135-141.

Thompson, K.R., Metts, L.S., Muzinic, L.A., Dascupta, S., Webster, C.D. and Brady, Y.J., 2007. Use of turkey meal as a replacement for menhaden fish meal in practical diets for sunshine bass grown in cages. North American Journal of Aquaculture, 69**:** 351-359.

Wang, Y., Li, K., Han, H., Zheng, Z.X. and Bureau, P.B., 2008. Potential of using a blend of rendered animal protein ingredient to replace fish meal in practical diets for Malabar grouper (*Epinephelus malabricus*). Aquaculture, 281: 113-117.

Webster, C.D. and Lim, C.E., 2002. Nutriet Requirement and Feeding of Finfish for

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

essential amino acid patterns in channal cat, *Ictalurus punctatus*. Comparative Biochemistry and Physiology, 80B: 385-38.

Aquaculture. CAB International, CABI publishing. pp. 418.

Wilson, R.P. and Poe, W.E., 1985. Relationship of whole body and egg

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

Effects of dietary lysine and methionine supplementation on growth, nutrient utilization and carcass compositions in beluga, *Huso huso*, fed soy protein-based diet

Mohseni, M.[1*]; Pourkazemi, M.[2]; Seyed Hassani, M. H. [1]; Pourali, H.R. [1]

1- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research and Education Organization (AREEO) - International Sturgeon Research Institute Rasht. P.O.Box: 41635 – 3464.

2- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research and Education Organization (AREEO), Tehran, Iran

Key word: Soy protein, Nutrient utilization, Apparent digestibility coefficients, L-Lysine, DL-methionine, Beluga

Abstract

A feeding trial was conducted to examine the effects of dietary supplementation of lysine and methionine on growth, nutrient utilization and carcass compositions in beluga, *Huso huso*. Four experimental soy protein based diets D_0 (without lysine or methionine supplementation), D_1 (lysine supplementation alone), D_2 (methionine supplementation alone) and D_3 (both lysine and methionine supplementation) were fed to triplicate groups. 240 fish with average weight of 144.6 ± 4.64 g were fed the experimental diets for 12wk. L-Lysine and DL-methionine were added to the diets containing 344 g kg^{-1} soybean meals at 22.02 and 12.94 g kg^{-1} of dry diet respectively. Significant higher weight gain, specific growth rate, protein efficiency ratio, condition factor, feed efficiency ratio, whole muscle protein and protein apparent digestibility were observed in fish fed soya protein-based diet supplemented with both lysine and methionine than that of fish of other dietary groups. There were no significant differences among fish fed diet supplemented with either methionine or lysine. Growth performances, feed utilization, carcass composition and apparent digestibility coefficients of protein, lipid and dry matter of fish fed control diet was significantly lower than those of fish fed diet supplemented both lysine and methionine and supplemented with either methionine or lysine. It can be concluded that beluga, fingerlings effectively utilize the supplemental amino acids (L-Lysine at 22.02 g kg^{-1} dry diet and DL-methionine at 12.94 g kg^{-1} dry diet) in the diets containing 344 g kg^{-1} soybean meals for better carcass proximate compositions, growth performance and feed efficiency and utilization.

*Corresponding Author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.1.11.1]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110228]