نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

تأثیر جایگزینی روغن ماهی جیره با لسیتین سویا برشاخص‌های رشد و فعالیت آنزیم‌های گوارشی تاس‌ماهی ایرانی جوان *(Acipenser persicus)*

محمدکاظم سیدی قمی [۱]، فرزانه نوری [۱*]، ناصر آق [۱]، حسین‌علی عبدالحی [۲]، انریک گیسبرت [۳]

[۱] گروه تکثیر و پرورش آبزیان، پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری، دانشگاه ارومیه، ایران

[۲] مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، ایران

[۳] انستیتو تحقیقاتی کشاورزی غذا و تکنولوژی، سنت کارلوس، اسپانیا

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۰/۰۵/۱۰
پذیرش: ۰۰/۱۰/۲۱

نویسنده مسئول مکاتبه:
فرزانه نوری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، ایران.

ایمیل: f.noori@urmia.ac.ir

چکیده

هدف از اجرای این تحقیق، بررسی تأثیر جایگزینی روغن ماهی جیره غذایی با سطوح مختلف لسیتین سویا بر شاخص‌های رشد و فعالیت آنزیم‌های گوارشی تاس‌ماهی ایرانی بود. تعداد ۳۶۰ قطعه ماهی با وزن متوسط ۰/۰۹ ± ۸۵ گرم، تحت ۶ تیمار غذایی با جایگزینی به‌ترتیب ۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ درصد روغن ماهی جیره با لسیتین سویا و در ۳ تکرار به‌مدت ۱۰ هفته غذادهی شدند. براساس زیست‌سنجی پایان دوره بیشترین افزایش وزن، وزن نهایی، طول نهایی و ضریب رشدویژه ماهیان در تیمار ۶ درصد جایگزینی روغن‌ماهی جیره با لسیتین وجود داشت بود که اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد ($p\leq$۰/۰۵). در ضریب‌چاقی ماهیان بین تیمارهای مختلف هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید . کمترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۴ مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p\leq$ ۰/۰۵). فعالیت آنزیم‌های گوارشی، لیپاز، پپسین، کیموتریپسین و آمیلاز در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشتند، لیکن فعالیت آنزیم تریپسین در تیمار ۴ (۶ درصد لسیتین) به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای شاهد (بدون لسیتین) و ۲ درصد لسیتین بیشتر بود ($p\leq$ ۰/۰۵). به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت جایگزینی روغن‌ماهی تا سطح ۶ درصد با لسیتین سویا در جیره غذایی تاس‌ماهی ایرانی، باعث بهبود شاخص‌های رشد (افزایش وزن، وزن نهایی، ضریب رشدویژه) و ضریب تبدیل غذایی و افزایش ترشح آنزیم تریپسین می‌شود.

واژه‌های کلیدی:
لسیتین سویا ،تاس‌ماهی ایرانی، آنزیم‌های گوارشی، شاخص‌های رشد، روغن ماهی

۱ | مقدمه

ماهیان خاویاری از جمله منابع زیستی ارزشمند ملی ، منطقه‌ای و بین-المللی هستند و برای کشورمان حائز اهمیت می‌باشند. متأسفانه نسل این ماهیان باارزش در کشور به‌دلیل عوامل انسانی از جمله تخریب زیستگاه‌های طبیعی، صید بی رویه و ورود پساب‌های آلوده به دریای خزر کاملاً تهدید شده و درحال انقراض می باشد. ارزش غذایی این ماهیان از یک سو و کاهش میزان ذخایر آنها در زیستگاه‌های طبیعی از سوی دیگر، تکثیر و پرورش این ماهیان، به‌عنوان یک راهکار علمی، منطقی و کاربردی جهت جلوگیری از انقراض آنها از سال‌ها پیش مورد توجه قرار گرفته است. در صنعت پرورش مصنوعی ماهیان خاویاری توجه به کیفیت غذا بسیار با اهمیت می‌باشد (Kasumyan & Sidorov, 1995; Hung, 2017). بنابراین انجام مطالعات تغذیه‌ای به‌خصوص در زمینه متابولیسم انرژی و نیز امکان‌سنجی قابلیت تبدیل و افزایش راندمان مصرف اسیدهای چرب و تعیین بهترین سطح فسفولیپید در جیره این ماهیان باارزش ضروری به‌نظر می‌رسد. مهم‌ترین اجزای جیره ماهیان چربی ها هستند زیرا منبع اصلی انرژی در ماهیان بوده و نقش اصلی را در رشد لاروها دارند (Sargent *et al.* 1999, Feng *et al.*, 2017). درحال حاضر منبع اصلی تأمین چربی - های مورد نیاز آبزیان پرورشی روغن ماهی است که از طریق صید ماهیان چرب تأمین می‌گردد. درحالی‌که تولید سالانه روغن ماهی طی ۱۰سال گذشته از روند صعودی برخوردار نبوده است و از ۱/۰۶۴ هزار تن در سال ۲۰۰۷ به ۸۷۸ هزار تن در سال ۲۰۱۶ کاهش یافته است و همچنین میزان تولید جهانی پودر ماهی از ۴/۵ میلیون تن در سال ۱۹۹۸ به ۶ میلیون تن در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید (FAO, 2020). باتوجه به اینکه در سال‌های اخیر میزان برداشت از منابع دریایی روند ثابت و گاهی نزولی داشته است، یافتن جایگزین مناسب جهت پایداری و توسعه صنعت آبزی‌پروری در سال‌های آینده و همچنین حفظ منابع دریایی برای آیندگان امری اجتناب‌ناپذیر است. علاوه‌بر این تقاضای زیاد برای منابع دریایی قابل‌دسترس،فشار قابل ملاحظه‌ای بر بازار جهانی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/jair.10.1.71]

آبزیان و درنتیجه بر قیمت غذا خواهد داشت (FAO, 2020) و بنابراین موضوع جایگزینی روغن ماهی با منابع گیاهی به‌منظور کاهش قیمت غذای ماهی از نظر توجیه اقتصادی بسیار اهمیت خواهد داشت. در این راستا برخی ازمطالعات پیشین در زمینه استفاده از مکمل فسفولیپیدی لیستین سویا بوده و اثرات مثبت آن نیز گزارش گردیده است (Cahu, 2003). اورتوفر و همکاران (Orthoefer *et al.*, 1995) بیان داشتند که لسیتین در سنتز غشاها، بهبود بخشیدن به هضم و جذب چربی-های جیره غذایی، افزایش ترکیب و مطلوب شدن پلت‌های غذایی و به عنوان یک ماده شیمیایی جاذب در جیره مطرح می‌باشد. از آنجایی‌که تاکنون مطالعه‌ای مبنی بر میزان لسیتین مورد نیاز در جیره تاس‌ماهی ایرانی جوان که گونه‌ای باارزش حفظ و بازسازی دخایر می‌باشد صورت نگرفته است .لذا هدف اصلی از اجرای این تحقیق امکان جایگزینی روغن ماهی جیره غذایی با لسیتین سویا و تعیین بهترین سطح لسیتین در جیره غذایی تاس‌ماهی ایرانی بوده است تا بتوان با تعیین حدود بهینه لسیتین جیره غذایی ماهیان خاویاری، علاوه بر کاهش فشار بر ذخایر دریایی برای تهیه روغن ماهی و کاهش هزینه‌های تولید غذا ناشی از جایگزینی روغن ماهی با لسیتین، گامی مؤثر در بهبود کیفیت لاشه و ارتقای سلامت تاس‌ماهی ایرانی برداشت.

۲ | مواد و روش‌ها

لارو خوابیده تاس‌ماهی ایرانی به تعداد موردنیاز از مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر شهید بهشتی رشت تأمین و پس از حمل به ارومیه به سالن پرورش ماهی پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری دانشگاه منتقل شدند. بچه‌ماهیان بعد از طی مراحل پرورش و رسیدن به وزن مناسب تحقیق، جهت سازگاری با شرایط پرورش به‌مدت دو هفته با استفاده از غذای تجاری غذادهی شدند. نهایتاً تعداد ۳۶۰ قطعه ماهی با وزن متوسط ۸۵±۰/۰۹ گرم برای مطالعه انتخاب و با ۶ تیمار غذایی به ترتیب دارای صفر (شاهد)، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ درصد لسیتین و۱۰، ۸، ۶، ۴، ۲ و صفر درصد روغن ماهی در ۳ تکرار در مخازن پلی‌اتیلنی ۳۰۰ لیتری با تراکم ۲۰ قطعه ماهی در هر مخزن توزیع و به‌مدت۱۰ هفته غذادهی و پرورش داده شدند (جدول ۲). به‌منظور ایجاد شرایط مطلوب در محیط پرورش ماهیان پارامترهای محیطی از جمله دمای آب به صورت روزانه و اکسیژن محلول ، pH و آمونیاک به‌صورت هفتگی اندازه-گیری شدند. منبع آب مورد استفاده برای پرورش، آب چاه و دمای آب حوضچه‌های پرورش در طی دوره ، ۰/۴±۱۷/۳درجه سانتی‌گراد متغیر بود

برای تعیین عملکرد جیره غذایی و رشد ماهیان، زیست‌سنجی آنها در ۵ مرحله با فواصل ۱۵ روزه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم انجام شد. در پایان دوره پرورش نیز نمونه‌برداری از ماهیان جهت بررسی شاخص‌های رشد و آنالیز آنزیم‌های گوارشی ماهیان در پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری دانشگاه ارومیه انجام پذیرفت.

در این تحقیق از نرم افزار WUFFDA جهت فرموله کردن جیره-های غذایی دست‌ساز بهره‌گیری و از پودر ماهی، پودر سویا و گلوتن گندم به‌عنوان منابع پروتئینی استفاده شد و منبع چربی شامل لسیتین و روغن ماهی بود. نهایتاً جیره‌های غذایی مختلف با سطوح پروتئین و چربی یکسان متعادل (بالانس) و پس از متعادل نمودن جیره‌ها، اجزای غذایی با هم ترکیب و اقدام به پلت زنی گردید. قطر پلت‌ها حدوداً ۲/۵ میلی‌متر بوده و رشته‌های ایجاد شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. سپس جیره‌های غذایی آماده در ظرف‌های درب دار قرار داده شده و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پروتئین کل جیره‌های غذایی درحد ۴۶ درصد و چربی کل آنها ۱۸ درصد تنظیم شدند. اجزا و ترکیب جیره‌های غذایی تهیه‌شده در جدول ۱ و آنالیز لسیتین مصرفی در جدول ۳ نشان داده شده است. باتوجه به نتایج حاصل از زیست‌سنجی دوره‌ای (۱۵ روز یکبار) ماهیان هر یک از مخازن پرورشی، غذای موردنیاز هر مخزن برای ۲ هفته بعدی محاسبه گردید. ماهیان روزانه در ۲ وعده (هشت صبح و ۴ بعدازظهر) غذادهی شدند. میزان غذادهی ماهیان در ۴ هفته اول به میزان ۳ درصد وزن بدن و در ۶ هفته بعدی به میزان ۲/۵ درصد وزن بدن ماهیان بود.

جدول ۱- اجزای غذایی و درصد ترکیب آنها در جیره‌های غذایی تهیه شده

اجزای غذای تیمارها	درصد در جیره های غذایی تهیه شده
پودر ماهی	۴۰
پودر سویا	۲۰
روغن ماهی	۰-۱۰(بر حسب تیمارها)
لسیتین سویا (فسفولیپید)	۰-۱۰(بر حسب تیمارها)
ویتامین‌ها	۱/۵
موادمعدنی	۱/۵
گلوتن گندم	۵
آرد گندم	۱۵
اسید آمینه لیزین	۲
اسید آمینه متیونین	۲
اسید امینه بتائین	۱
مخمر	۲
کربنات کلسیم	۱

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/jair.10.1.71]

جدول ۲- تیمارهای غذایی مختلف

	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار۳	تیمار ۴	تیمار۵	تیمار۶
لسیتین (٪)	۰	۲	۴	۶	۸	۱۰
روغن ماهی (٪)	۱۰	۸	۶	۴	۲	۰

جدول ۳- آنالیز لسیتین سویا (فسفولیپید) مصرفی در جیره غذایی ماهیان

کلاسه چربی (٪)	شاهد (فاقد لسیتین)	۲ درصد لسیتین	۴ درصد لسیتین	۶ درصد لسیتین	۸ درصد لسیتین	۱۰ درصد لسیتین
فسفاتیدیل کولین	۰/۵۹۱	۳/۵۸	۶/۲۹	۸/۴۸	۱۱/۲۱	۱۳/۴۹
فسفاتیدیل سرین/ اینوزیتول	-	۱/۱۶	۲/۶۳	۳/۶۱	۵/۴۶	۵/۵۲
فسفاتیدیل اتانول آمین	-	۱/۷۱	۳/۳۳	۴/۵۸	۵/۷۲	۶/۱۶
مجموع لیپید قطبی	۱/۳۷	۸/۷۶	۱۵/۶۹	۲۲/۷۱	۳۰/۲۰	۳۳/۰۶
مجموع لیپید خنثی	۹۸/۶۳	۹۱/۲۵	۸۴/۳۱	۷۷/۲۹	۶۹/۸۰	۶۶/۹۴

به‌منظور زیست‌سنجی ماهیان مورد مطالعه در پایان دوره آزمایش نمونه‌برداری انجام شد. لازم به ذکر است ۲۴ ساعت قبل از زیست-سنجی غذادهی ماهیان قطع گردید. برای نمونه برداری، ماهیان سریعاً در داخل محلول پودر گل میخک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر قرار گرفته و پس از بیهوشی ماهیان اندازه‌گیری و سپس محاسبه شاخص-های رشدویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، فاکتور وضعیت و یا ضریب چاقی (CF) و بازماندگی با روابط ذیل انجام پذیرفت

شاخص‌های رشد و عملکرد تغذیه‌ای ماهیان شامل رشدویژه، فاکتورو‌ضعیت یا ضریب‌چاقی و ضریب‌تبدیل غذایی از طریق فرمول‌های زیر محاسبه شدند (Busaker *et al.*, 1990; Cho, 1992):

$$SGR= (\ln w_f - \ln w_i) * 100/ t$$

(SGR : رشد ویژه ، $\ln w_f$: لگاریتم وزن نهایی ، $\ln w_i$: لگاریتم وزن اولیه و t : دوره رشد برحسب روز)

$$CF= w/l^3 * 100$$

(CF : فاکتور وضعیت ، w : وزن ماهی بر حسب گرم ، l : طول ماهی بر حسب سانتی‌متر)

$$FCR = F / (w_f - w_i)$$

(FCR : ضریب‌تبدیل غذایی ، F : مقدار غذای مصرف شده برحسب گرم ، W_f : وزن نهایی برحسب گرم ، W_i: وزن اولیه برحسب گرم).

برای سنجش فعالیت آنزیم‌های گوارشی در پایان دوره ماهیان به مدت ۲۴ قطع غذادهی شدند و سپس از هرتکرار ۳ قطعه ماهی به‌طور تصادفی انتخاب و پس از بیهوشی با محلول پودر گل میخک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، دستگاه گوارش این ماهیان روی یخ جدا و پس از شستشو و آبگیری در ازت مایع فریز و سپس به فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. جهت تهیه عصاره آنزیمی، برطبق روش ران‌گرانساگ و توریسن (Rungraungsak and Torrissen, 2007) نمونه‌ها به نسبت وزنی ۱ به ۵ در محلول اسید کلریدریک ۰/۱ میلی مولار، توسط دستگاه هموژنایزر (مدل Polytron PT1300Δ) به‌مدت یک دقیقه و نیم (۳ × ۳۰ ثانیه) همگن و سپس به‌مدت ۲۰ دقیقه در سانتریفیوژ یخچال دار در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با دور ۱۵۰۰۰g سانتریفیوژ شدند. عصاره‌های آنزیمی تا زمان سنجش فعالیت آنزیم‌های گوارشی در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند

میزان فعالیت آنزیم پپسین با استفاده از روش ران‌گرانساگ و اتنی (Rungraungsak and Utne, 1981) سنجش گردید به این صورت که ۲۰۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی به ۲۰۰ میکرولیتر کازئین ۱ درصد تهیه شده در HCl ۶۰ میلی‌مولار اضافه شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه در انکوباتور قرار گرفت . با اضافه کردن یک میلی‌لیتر TCA پنج درصد واکنش متوقف و محلول حاصل به‌مدت ۲۰ دقیقه با سرعت g ۵۰۰۰ سانتریفیوژ گردید. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول رویی با یک میلی‌لیتر NaOH ۰/۵ مولار و ۰/۳میلی‌لیتر معرف Folin-Ciocalteu مخلوط و در نهایت پس از ۱۰ دقیقه انکوباسیون در دمای ۲۵ میزان جذب نوری در طول موج ۷۲۰ نانومتر خوانده شد و با منحنی استاندارد تیروزین مقایسه و در نهایت میزان فعالیت آنزیم پپسین به‌صورت میکرومول تیروزین/ ساعت/ میلی‌گرم پروتئین گزارش شد.

میزان فعالیت آنزیم تریپسین با استفاده از محلول ۱میلی‌مولار benzoyl-DL-arginine-*p*-nitroanilide (BAPNA) به‌عنوان سوبسترا اندازه‌گیری شد (Erlanger *et al.*, 1961). به‌طور خلاصه ۲۵ میکرولیتر عصاره آنزیمی با ۱/۲۵ میلی‌لیتر محلول سوبسترا به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده و با اضافه نمودن ۱ میلی‌لیتر اسید استیک ۳۰٪ واکنش متوقف و میزان جذب نوری در دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۰ نانومتر خوانده شد و میزان فعالیت آنزیمی به‌کمک رابطه زیر محاسبه گردید.

$$\text{فعالیت } (U/mL) = (\text{جذب در طول موج 410 نانومتر در دقیقه}) \times (1.275\ mL) \times \text{حجم مخلوط واکنش} \times 1000)/(\text{میلی گرم پروتئین} \times 0.2\ mL) \times 8800)$$

میزان فعالیت آنزیم کموتریپسین نیز با استفاده ازمحلول ۰/۱ میلی مولار Succinyl-$(Ala)_2$-Pro-Phe-*p*-Nitroanilide (SAPNA) در محلول بافر Tris-HCl ۵۰ میلی‌مولار به‌عنوان سوبسترا سنجش شد (Erlanger *et al.*, 1961). مخلوط واکنش آنزیم شامل ۰/۵۹ میلی‌لیتر

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/jair.10.1.71]

محلول سوبسترا و ۱۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی دردمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ دقیقه قرار گرفته و بلافاصله میزان جذب نوری در طول موج ۴۱۰ نانومترخوانده شد. میزان فعالیت آنزیم کموتریپسین بااستفاده ازفرمول مربوطه محاسبه گردید.

$$\text{فعالیت}\,(U/mL) = ((\text{جذب طولدر موج 410 نانومتر در دقیقه}) \times (0.6\,mL)\ \text{حجم مخلوط واکنش} \times 1000)/(8800 \times \text{میلی گرم پروتئین}) \times 0.2\,mL)$$

میزان پروتئین محلول نمونه‌ها با روش (Bradford, 1976) و با استفاده از آلبومین سرم گاوی (BSA) به‌عنوان محلول استاندارد در در طول موج ۵۹۵ نانومتر انجام گردید. فعالیت آنزیم لیپاز با هیدرولیز p-nitrophenylemyristate به-عنوان سوبسترا ،و با استفاده از سدیم کولات ۵ میلی‌مولار به‌عنوان نمک صفراوی و Tris-HCl ۰/۲۵ مولار و pH ۹ انجام گرفت و تغییرات جذب به‌مدت ۱۵ دقیقه در طول موج ۴۰۵ نانومتر ثبت گردید و میزان فعالیت آن برحسب واحد در میلی‌گرم پروتئین به‌ازای آزادسازی یک میکرومول پارانیتروفنل در یک دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه گردید (Iijima, 1998). میزان فعالیت آنزیم آمیلاز نیز براساس روش (Bernfeld, 1955) و با استفاده از سوبسترای نشاسته و به‌کمک محلول مالتوز به‌عنوان استاندارد تعیین شد (Worthington, 1991). واحد فعالیت آنزیم آمیلاز برحسب میکرومول مالتوز آزادشده در هر دقیقه به‌ازای میلی‌گرم پروتئین محلول از طریق فرمول ذیل محاسبه گردید.

میلی‌گرم پروتئین /واحد فعالیت =

فاکتور رقت× (۳دقیقه ×میلی گرم پروتئین /مقدار مالتوز آزاد شده)

ابتدا و قبل از انجام آزمون آنالیز واریانس، نرمال بودن داده‌های به‌دست آمده با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بررسی گردید و پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها، آنالیز واریانس داده‌های نرمال از طریق آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه انجام گرفت و برای مقایسه میانگین تیمارهای مختلف از آزمون توکی استفاده شد و حداقل سطح معنی‌دار بودن آزمون ها $p\leq$ ۰/۰۵ درنظر گرفته شد. برای انجام آنالیزهای آماری از نرم‌افزار SPSS-16 و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

۳ | نتایج

نتایج بررسی شاخص‌های رشد و کارآیی تغذیه‌ای در جدول ۴ نشان داده‌شده است. در بررسی نتایج، بیشترین میزان افزایش وزن، وزن نهایی و ضریب‌رشد ویژه مربوط به ماهیان تیمار ۴ (جیره حاوی ۶ درصد لسیتین) به‌ترتیب با ۶۹/۹۶ گرم، ۱۵۵/۳۰ گرم و ۰/۹۸ درصد بود که با تیمارهای ۱ (جیره شاهد یا فاقد لسیتین) و ۲ (جیره دارای ۲ درصد لسیتین) اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p\leq$ ۰/۰۵). در مقایسه ضریب‌تبدیل غذایی بین تیمارها، بیشترین میزان ضریب‌تبدیل غذایی در تیمار شاهد با ۴/۷۲ و کمترین آن در تیمار ۴ (۶ درصد) با ۲/۳ مشاهده شد که با یکدیگر و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داده‌اند ($p\leq$ ۰/۰۵). و به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت افزایش لسیتین تا ۶ درصد در جیره غذایی تاس‌ماهی ایرانی باعث کاهش ضریب‌تبدیل غذایی و توجیه اقتصادی غذای مصرفی شده است. در مقایسه فاکتور وضعیت یا ضریب‌چاقی بین تیمارهای مختلف هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($p>$ ۰/۰۵). در مقایسه طول نهایی ماهیان، تیمار ۴ (۶ درصد لسیتین) با ۴۰/۰۸±۰/۹۵ سانتی‌متر بیشترین و تیمار شاهد (فاقد لسیتین) با ۳۵/۵۸±۱/۵۳ سانتی‌متر کمترین طول نهایی را داشته که با یکدیگر و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد ($p\leq$۰/۰۵) و به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت افزودن لسیتین تا ۶ درصد در جیره غذایی تاس‌ماهی ایرانی باعث افزایش طول نهایی ماهی شده است.

جدول ۴- نتایج بررسی شاخص‌های رشد تاس‌ماهی جوان ایرانی در تیمارهای غذایی مختلف

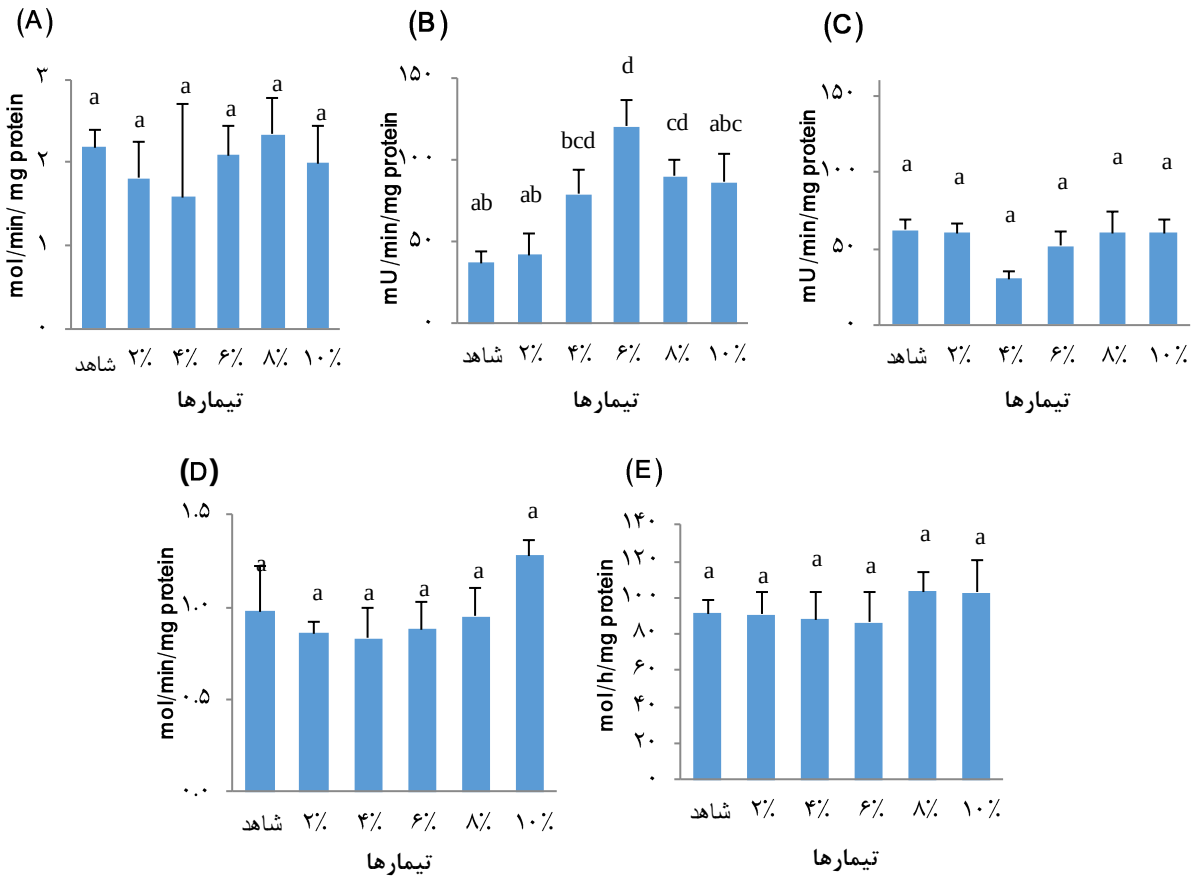
	تیمارها (سطوح مختلف جایگزینی روغن ماهی با لسیتین سویا)					
شاخص‌ها	۱ (شاهد)	۲ (٪۲)	۳ (٪۴)	۴ (٪۶)	۵ (٪۸)	۶ (٪۱۰)
وزن اولیه (g)	۸۵/۲۸ ±۰/۱۴	۸۵/۲۸ ± ۰/۱۰	۸۵/ ۱۸ ±۰/۰۴	۸۵/۳۳ ±۰/۰۶	۸۵/۲۱ ±۰/۱۲	۸۵/۳۰ ±۰/۱۲
وزن نهایی (g)	۱۰۹/۹۰ ±۳^{a}	۱۱۹/۹۰ ± ۳^{ab}	۱۳۴/۵۵ ± ۷^{abc}	۱۵۵ /۳۰± ۱۱^{c}	۱۴۲/۴۰ ± ۷^{bc}	۱۴۳/۱۰± ۱^{bc}
افزایش وزن(g)	۲۴/۶۲ ± ۳/۵^{a}	۳۴/۶۶ ± ۳/۳^{ab}	۴۸/۸۱ ± ۷/۲^{abc}	۶۹/۹۶ ± ۱۱^{c}	۵۷/۲۵ ± ۷/۱^{bc}	۵۷/۸۶ ± ۱/۳^{bc}
ضریب‌رشد ویژه (٪)	۴۲/۰۰ ± ۰/۰۵^{a}	۵۶/۰۰ ± ۰/۰۷^{ab}	۷۴/۰۰± ۰/۱۶^{abc}	۹۸/۰۰± ۰/۱۱^{c}	۸۵/۰۰ ± ۰/۰۸^{bc}	۸۶/۰۰± ۰/۰۱^{bc}
میانگین طول نهایی (cm)	۳۵/۵۸ ± ۱/۵۳^{a}	۳۷/۵۰± ۰/۶۶^{ab}	۳۸/۰۳± ۰/۰۶^{ab}	۴۰/۰۸ ± ۰/۹۵ ^{b}	۳۸/۵۸ ± ۱/۰۱^{ab}	۳۹/۴۲ ± ۲/۰۸^{b}
فاکتور وضعیت	^{a}۰/۰۲ ±۰/۲۴	^{a}۰/۰۲ ± ۰/۲۳	^{a}۰/۰۲ ±۰/۲۴	^{a}۰/۰۳ ± ۰/۲۴	^{a}۰/۰ ±۰/۲۵	^{a}۰/۰۱ ±۰/۲۴
ضریب‌تبدیل غذایی	^{ab}۰/۶۰ ±۲/۶۵	^{ab}۰/۴۹ ± ۳/۶۶	^{ab}۰/۷۲ ±۳/۰۴	^{a}۰/۴۵± ۲/۳۰	^{ab}۰/۵۹±۲/۸۱	^{ab}۰/۶۰ ±۲/۶۵

توضیح: در هر ردیف حروف انگلیسی مشابه، نشانه عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف انگلیسی متفاوت، نشانه وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵٪ است.

نتایج بررسی فعالیت و ترشح آنزیم‌های گوارشی و روند تغییرات آنها درنمودار ۱ آورده شده است. در خصوص فعالیت و ترشح آنزیم‌های گوارشی، فعالیت آنزیم‌های پپسین (E)، کموتریپسین (C) و آمیلاز (A) در بین تیمارهای هفتگانه اختلاف معنی‌داری نداشتند ($p>$ ۰/۰۵). علی-رغم اینکه آنزیم لیپاز (D) در تیمار ۱۰٪ لسیتین از فعالیت بیشتری برخوردار بود ولی این اختلاف از لحاظ آماری معنادار نبود. همچنین نتایج نشان داد فعالیت ویژه آنزیم تریپسین در تیمار ۴ (جیره دارای ۶٪ لسیتین) با میزان ۱۲۰/۰۹۸ میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین (B) با تیمارهای شاهد (جیره فاقد لسیتین) و ۲ (جیره دارای ۲٪ لسیتین) اختلاف معنی‌دار داشت. ($p\leq$ ۰/۰۵). به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت جایگزینی روغن ماهی جیره غذایی تاس‌ماهی ایرانی با لسیتین تا ۶ درصد، باعث بهبود عملکرد شاخص‌های رشدی و کارآیی تغذیه‌ای ماهی (افزایش وزن، وزن نهایی، ضریب‌رشد ویژه و ضریب‌تبدیل غذایی) و همچنین افزایش ترشح آنزیم تریپسین شده و در ضریب‌چاقی و فعالیت سایر آنزیم‌های گوارشی ماهی تأثیری نداشته است.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/jair.10.1.71]



شکل ۱- فعالیت ویژه آنزیم‌های گوارشی در روده باریک تاس‌ماهی ایرانی تغذیه شده با تیمارهای عذایی مختلف. آمیلاز (A) ، تریپسین (B)، کموتریپسین(C)، لیپاز (D) و پپسین (E). انحراف معیار ± میانگین (n=3).

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

از آنجایی که فسفولیپیدها بخش مهمی از ساختار غشاء سلول بشمار می‌روند، لذا جیره حاوی فسفولیپید می‌تواند درتأمین فسفولیپید مورد نیاز ماهیان تأثیر بسزایی داشته باشد. تأثیر مثبت فسفولیپیدها در افزایش رشد به‌خصوص در دوران اولیه زندگی در بسیاری از ماهیان آب شیرین مثل کپورمعمولی (Fontagne *et al.*, 2000; Du *et al.*, 2005) و گونه‌های دریایی مثل سیم‌دریایی اروپایی و باس‌دریایی به اثبات رسیده است (Izquierdo *et al.*, 2005). برطبق مطالعات انجام شده چندین پیش ماده و آنزیم برای بیوسنتز فسفولیپید ضروری می‌باشند. نایاب بودن این پیش ماده‌ها و عوامل محدودکننده آنزیم‌ها می‌تواند منجربه کم شدن بیوسنتز فسفولیپید شود (Iritani *et al.*, 1984; kanazawa, 1981a). بنابراین افزودن فسفولیپید به جیره می‌تواند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم برای شکل‌گیری غشای سلول، عملکرد بهتر رشد و تکامل مورد استفاده قرار گیرد (Zhao *et al.*, 2013). در تحقیق حاضر بیشترین میزان افزایش وزن، وزن نهایی و ضریب‌رشد ویژه تاس‌ماهی ایرانی مربوط به جیره غذایی ۶ درصد لسیتین به‌ترتیب با ۶۹/۹۶ گرم، ۱۵۵/۳ گرم و ۹۸ درصد در روز بود که با تیمارهای شاهد و ۲ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد و در مقایسه ضریب‌چاقی ماهیان ، بین تیمارهای مختلف هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. همچنین در مقایسه طول نهایی ماهیان، تیمار ۶ درصد با ۴۰/۰۸ سانتی‌متر بیشترین و تیمار شاهد با ۳۵/۵۸ سانتی‌متر کمترین میزان را داشت که با یکدیگر و با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نشان داد. در مطالعه آتار و همکاران (Atar *et al.*, 2009)، بالاترین کارآیی پروتئین و بهترین ضریب‌تب‌دیل غذایی در لارو ماهیان تیلاپیا تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۲ درصد لیستین سویا مشاهده گردیدکه تا حدودی با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. براساس یافته-های ابراهیم‌نژاد عربی و همکاران (Ebrahimnezhadarabi *et al.*, 2011) افزودن فسفاتیدیل کولین (یکی از فسفولیپیدهای موجود در لسیتین) به جیره غذایی فیل ماهیان نوجوان تا سطح ۴ درصد منجر به بهبود عملکرد رشد آنها شده است که با نتایج مطالعه حاضر مشابهت زیادی دارد و اختلاف معنی‌داری در ضریب‌چاقی ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۶ درصد لسیتین سویا با سایر جیره‌های غذایی مطالعه مذکور (صفر، ۲ و ۴ درصد لسیتین) مشاهده شده است که نتایج ضریب چاقی مطالعه مذکور با نتایج تحقیق حاضر هم‌راستا نمی‌باشد حمزه و همکاران (Hamza *et al.*, 2008) در بررسی اثر فسفولیپید جیره غذایی بر عملکرد رشدی لارو ماهی سوف مشاهده نمودند که با افزایش فسفولیپید جیره، وزن نهایی و نرخ رشدویژه لاروها افزایش دارد و با افزایش فسفولیپید جیره از ۱/۵ به ۹/۵ درصد، وزن نهایی لاروها ۵۰ درصد افزایش داشته است که نتایج آنان در راستای تأیید نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر است. در مقایسه

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.22034/jair.10.1.71]

اختلاف معنی‌دار) به جیره غذایی بچه‌ماهیان تاس‌ماهی ایرانی (با وزن کمتر از ۲۰ گرم)، باعث افزایش وزن و طول نهایی، ضریب رشدویژه و درصد افزایش وزن بدن بچه تاس‌ماهیان شده است، در تحقیق حاضر افزودن لسیتین تا ۶ درصد به جیره غذایی تاس‌ماهیان ایرانی با اوزان بالاتر از ۸۰ گرم، باعث افزایش وزن و طول نهایی، و ضریب رشدویژه گردیده است و بنابراین می‌توان نتیجه گرفت با افزایش وزن ماهیان، نیاز آنها به لسیتین در جیره غذایی بیشتر شده است.در مطالعه نجفی پورمقدم و همکاران (Najafi *et al.*, 2011) برروی اثرلسیتین جیره بر شاخص‌های رشد بچه‌ماهی تاس‌ماهی سیبری، نتایج نشان‌داده است با استفاده از لسیتین تا ۷/۵ درصد در جیره باعث افزایش شاخص‌های رشدی مانند درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشدویژه، ضریب‌تبدیل غذایی، وزن نهایی و فاکتور وضعیت شده است و افزایش سطح لسیتین جیره به ۱۰ درصد سبب کاهش معنی‌دار شاخص‌های رشد گردیده است که این نتایج هم در راستای نتایج حاصل از تحقیق حاضر بوده است. مطالعه جعفری (Jafari *et al.*, 2018a) نیز حاکی‌از این است که استفاده از لستین سویا در سطح ۶ تا ۱۰ درصد جیره غذایی ماهی جوان ازون برون، باعث افزایش وزن نهایی و نرخ رشدویژه ماهیان شده است و بر ضریب‌چاقی آنها تأثیری نداشته است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. همچنین پقه و همکاران (Pagheh *et al.*, 2019) دریافتند که با افزایش مقدار لسیتین تا ۶ درصد در جیره غذایی ماهی صبیتی جوان، شاخص‌های رشدی افزایش‌یافته است و بیشترین مقادیر وزن نهایی، افزایش وزن و ضریب‌رشد ویژه در جیره غذایی ۶ درصد لسیتین به-دست آمده است که کاملاً با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. این درحالی‌که هانگ (Hung, 1989) بیان داشتند در جیره غذایی ماهی خاویاری *Acipenser transmontanus* جوان نیازی به افزودن فسفو-لیپید نیست.

در خصوص تأثیر لسیتین جیره غذایی در کارآیی تغذیه‌ای تاس-ماهی ایرانی در تحقیق حاضر، کمترین میزان ضریب‌تبدیل غذایی در جیره ۶ درصد با ۲/۳ مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد که با نتایج به‌دست آمده در بچه تاس‌ماهی سیبری در تحقیق نجفی پور مقدم و همکاران (Najafi *et al.*, 2011) (جیره ۵ درصد با ۱/۴۶) و در ماهی صبیتی جوان در تحقیق پقه و همکاران (Pagheh *et al.*, 2019) (در جیره ۶ درصد با ۱/۳۴) همسو می‌باشد. اختلاف در نتایج به‌دست آمده در تحقیق در گونه‌های مختلف می‌تواند ناشی‌از تفاوت در فرمولاسیون جیره غذایی، ترکیب اسیدهای چرب و منبع فسفولیپید مصرفی باشد و اثرات مثبت فسفولیپید را می‌توان به دسترسی کافی به این ماده و در نتیجه کاهش مصرف انرژی جهت سنتز آن از یک سو و افزایش مصرف غذا و استفاده بهتر از مواد مغذی از سوی دیگر نسبت داد (Tocher *et al.*, 2008).

فسفولیپید به‌دلیل خاصیت امولسی‌فایر، موجب افزایش هضم و جذب چربی‌ها می‌گردد (Salhi *et al.*, 1994). همچنین جیره حاوی فسفولیپید موجب تکامل دستگاه گوارش لارو ماهیان می‌شود (Infante and Cahu, 1999). همچنین وجود فسفولیپید در جیره موجب خوش‌خوراکی، بهبود خواص‌غذایی و ثبات آن در آب می‌شود (Coutteau *et al.*, 1997). نتایج حاصل‌از فعالیت و ترشح آنزیم گوارشی لیپاز اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای غذایی نشان نداد اگر چه جیره ۱۰ در صد لسیتن بالاترین میزان فعالیت را نشان داد، (Brannon, 1990). اهمیت برخی از گروه‌های اسید چرب جهت فعالیت آنزیم‌های لیپولیتیک به‌خوبی شناخته شده است. مطالعات زیادی نشان می‌دهد که تاثیر اسید چرب برروی فعالیت لیپاز بستگی به طول زنجیره کربنی و میزان اشباعیت اسیدهای چرب دارد (Brannon, 1990). مطالعه‌ای که مورایس و همکاران (Morais *et al.*, 2004, 2007) روی لارو باس دریایی انجام دادند نشان داد که فعالیت لیپاز تحت‌تأثیر افزایش مقدار چربی جیره نمی‌باشد بلکه این نوع اسیدهای چرب است که فعالیت لیپاز را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد.

هضم پروتئین عمدتاً توسط آلکالین پروتئاز نظیر تریپسین و کیموتریپسین همراه با پپتیدازهای سیتوسولیک روده رخ می‌دهد (Infante and Cahu, 2001). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ترشح آنزیم تریپسین در جیره ۶ درصد با میزان ۱۲۰/۰۹۸ (میلی واحد در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت درحالی‌که فعالیت آنزیم‌های گوارشی پپسین، کموتریپسین و آمیلاز اختلاف معنی‌داری را در بین جیره‌های غذایی مختلف نشان ندادند

حمزه و همکاران (Hamza *et al.*, 2008) اثرات سطوح مختلف فسفولیپید بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی لارو سوف (*Sander luciperca*) را موردمطالعه قرار دادند و بیان داشتند که رژیم غذایی حاوی فسفولیپید رشد را بهبود بخشیده است و همچنین ژاو و همکاران (Zhao *et al.*, 2013) تأثیر جیره حاوی فسفولیپید را بر فعالیت آنزیم های گوارشی در لارو کراکر زرد (Larmichthyscrocea) بررسی نمودند و دریافتند میزان فعالیت آنزیم تریپسین با افزایش لسیتین در جیره افزایش داشته است که هر دو مطالعه نتایج مطالعه حاضر را مورد تأیید قرار می‌دهند. مطالعه جعفری و همکاران (Jafari *et al.*, 2018b) نیز نشان داده است که با افزودن لسیتین در جیره غذایی ماهی ازون‌برون، فعالیت آنزیم‌های گوارشی افزایش داشته است به‌طوری‌که بیشترین میزان فعالیت آنزیم تریپسین، در سطح ۴ تا ۶ درصد لیسیتین در جیره مشاهده شده است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت می‌کند. همچنین ما و همکاران (Ma *et al.*, 2005) بیان داشتند که فعالیت-های آنزیم گوارشی می‌تواند با افزایش پروتئین و اسیدهای آمینه عضله ماهی تحت‌تأثیر فسفولیپید جیره افزایش یابد، لذا افزایش فعالیت تریپسین در مطالعه حاضر می‌تواند با افزایش پروتئین و اسیدهای آمینه عضله ناشی از افزایش لسیتین جیره مرتبط دانست.

به‌طور کلی از نتایج مطالعه حاضر در خصوص تأثیر لسیتین بر شاخص‌های رشدی، کارآیی تغذیه‌ای و فعالیت آنزیم‌های گوارشی تاس‌ماهی جوان ایرانی می‌توان نتیجه گرفت افزودن لسیتین به جیره غذایی تاس‌ماهی ایرانی تا ۶ درصد، باعث افزایش طول نهایی و ضریب رشدویژه و کاهش ضریب‌تبدیل غذایی در تاس‌ماهی جوان ایرانی می-شود. همچنین افزودن لسیتین به جیره غذایی تاس‌ماهی جوان تا ۶

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.22034/jair.10.1.71]

بین ۶ تا ۱۰ در صد اگر چه سبب افزایش فعالیت گردید ولی این افزایش معنی‌دار نبود.

۵ | تشکر و قدردانی:

انجام این تحقیق مدیون همکاری‌های صمیمانه سرکارخانم دکتر جعفری و آقای مهندس حاجی‌نژاد کارشناس پژوهشکده آرتمیا و آبزی-پروری دانشگاه ارومیه و همچنین حمایت مالی سازمان شیلات ایران بوده است که از این بابت تشکر و قدردانی می‌گردد.

پست الکترونیک نویسندگان

محمدکاظم سیدی قمی: seiedi_ghomi@yahoo.com
فرزانه نوری: f.noori@urmia.ac.ir
ناصر آق: n.agh@urmia.ac.ir
حسین‌علی عبدالحی: hossein_abdolhay@yahoo.com
انریک گیسبرت: enric.gisbert@irta.cat

REFERENCES

Atar H.H., Bekcan S., Olmez M. 2009. The effects of dietary of soybean lecithin on the growth performance feed conversion and body composition of Tilapia *(Oreochromisniloticus*L.*)* fry. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8: 1678-1684.

Bernfeld P. 1995. Amylase, αand β, Methods in Enzymology. Academic Press, New York, USA. pp: 149-158.

Bradford M.M. 1967. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1-2): 248-254.

Brannon P. 1990. Adaptation of the exocrine pancreas to diet. Annual review of nutrition, 10: 85-105.

Cahu C.L., Jambonino Infante J.L., Barbosa V. 2003. Effect of dietary phospholipid level and phospholipid: neutral lipid value on the development of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae fed a compound diet. Brithish Journal of Nutrition, 90: 21-28.

Coutteau P., Geurden I., Camara M., Bergot P., Sorgeloos P. 1997. Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture. Aquaculture, 155: 149-164.

Du Z.Y., Liu Y.J., Tian L.X., Wang J.T., Wang Y., Liang G.Y. 2005. Effect of dietary lipid level on growth, feed utilization and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Aquaculture Nutrition, 11:139-46.

Ebrahimnezhadarabi M., Saad C.R., Harmin S.A., Abdulsatar M.K., Kenari A.A. 2011. Effects of phospholipids in diet on growth of sturgeon fish (*Huso Huso*) juveniles. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 6(3): 247-255.

Erlanger B.F., Kokowski N., Cohen W. 1961. The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. Archives of Biochemistry and Biophysics, 95: 271-278.

FAO SOFIA. .2020: Seafish Insight: Fishmeal production and trends, August 2020. Sofia, Bulgaria.

Feng S., Cai Z., Zuo R., Mai K., Ai Q., 2017. Effects of dietary phospholipids on growth performance and expression of key genes involved in phosphatidyl-choline metabolism in larval and juvenile large yellow croaker, Larimichthys crocea. Aquaculture, 469: 59-66.

Fontagne S., Burtaire L., Corraze G., Bergot P. 2000. Effects of medium change chain triacylglycerols (tricaprylin and tricaproin) and phospholipid supply on survival, growth and lipid metabolism in common carp *(Cyprinuscarpio L.)* larvae. Aquaculture, 190:289-303.

Hamza N., Mhetli M., Khemis IB., Cahu C., Kestemont P. 2008. Effect of dietary phospholipids levels on performance, enzyme activities and fatty acid composition of pikeperch (*Sander Lucioperca)* larvae. Aquaculture, 275: 274-282

Hung S.S.O. 1989. Choline requirement of hatchery-produced juvenile white sturgeon,(*Acipenser transmontanus).* Aquaculture, 78: 183-194.

Hung S.S.O. 2017. Recent advances in sturgeon nutrition. Animal Nutrition, xxx: 1-14. http://dx.doi.org/10.1016/j. aninu.2017.05.005

Iritani N., Ikeda Y., Fukuda, H., Katsurada A. 1984. Comparative study of lipogenic enzymes in several vertebrates. Lipids, 19: 828-835.

Jafari F., Agh N., Noori F., Tokmachi A., Gisbert E. 2018a. Effects of dietary soybean lecithin on growth performance, blood chemistry and immunity in juvenile stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) .Fish and Shellfish Immunology, 80: 487-496.

Jafari F., Noori F., Agh N., Tukmachi A., Gisbert E. 2018b. Study the effect of different levels of soybean lecithin on digestive enzymes activity, growth indices and immunity of *Acipenser stellatus*.Phd thesis, Artemia and Aquaculture Research Institute, Urmia University, Urmia.

Iijima N., Tanaka S., Ota Y. 1998 Purification and characterization of bile salt-activated lipase from hepatopancrease of red sea bream (*Pagarus major).* Fish Physiology and Biochemistry, 18: 59-69.

Infante J.L.Z., Cahu C.L. 1999. High dietary lipid levels enhance digestive tract maturation and improve Dicentrarchus labrax larval development. The Journal of nutrition, 129: 1195-1200.

Infante J.L.Z., Cahu C.L. 2001. Ontogeny of the gastrointestinal tract of marine fish larvae. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 130: 477-487.

Joachim W.H., Felicitas P.P. 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Dordrecht, The Natherlands, Kluwer academics publishers.

Izquierdo M.S., Montero, D., Robaina, L., Caballero M.J., Rosenlund G., Gines R. 2005. Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long terin period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. Aquaculture, 250: 431-444.

Kanazawa A., Teshima S., Inamori, S., Iwashita T., Nagao A. 1981. Effects of phospholipids on growth, survival rate, and incidence of malformation in the larval ayu. Mem. Fac. Fish., Kagoshima University, 30: 301-309.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/jair.10.1.71]

Kasumyan A.O., Sidorov S.S. 1995. Gustatory properties of free amino acids in Caspian trout(*Salmo trutta caspius)*. Journal of Ichthyology, 35: 8-20.

Kruger N. 1996. The Bradford method forproten quantitation In: Walker J.M, Ed. The Protein Protocols Handbook NewJersey, Human PressInc, USA. 20p.

Lemieux H., Blier P., Dutil J., 1999. Do digestive enzymes set a physiological limit on growth rate and food coversion efficiency in Atlantic cod (*Gadus morhua)* Fish Physiology and Biochemistry, 20: 293-303.

Ma H., Cahu C., Zambonino J., Yu H., Duan Q., Le Gall M.M., Mai K. 2005. Activities of selected digestive enzymes during larval development of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Aquaculture, 245: 239-248.

Morais S., Cahu C., Zambonino-Infante J., Robin J., Rønnestad I., Dinis M., Conceição L. 2004. Dietary TAG source and level affect performance and lipase expression in larval sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Lipids, 39: 449.

Morais S., Conceição L., Rønnestad I., Koven W., Cahu C., Infante J.Z., Dinis M. 2007. Dietary neutral lipid level and source in marine fish larvae: effects on digestive physiology and food intake. Aquaculture, 268: 106-122.

Najafipoor Moghadam E., Falahatkar B., Kalbasi M.R. 2011. Effects of lecithin on growth and hematological indices in juveniles of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandet 1869). Irannian Scientific fisheries, 20(3): 143-154.

New M.B., Wijkström U.N., 2002. U*se of fish meal and* fish oil in aquafeeds: further thoughts on the fish meal trap. Food and Agriculture Organizations of the United Nations Fish Circ., vol. 975. Food and Agriculture Organizations of the United Nations, Rome, Italy. 68p.

Orthoefer F.T., Gurkin S.U., Fisk J.D. 1995. The use of soy lecithin in aquaculture. In: (C. Lim & D.J. Sessa eds.), Nutrition and utilization technology in aquaculture. AOCS Press, Champaign, IL, pp:114-129.

Pagheh E., Ghofle Maramazi J., Agh N., Noori F., Sepahdari A., Torfi Mozanzadeh M. 2019. Effects of dietary soybean lecithin on growth performance, feed utilization and hematological parameters of juvenile sobaity seabream (*Sparidentex hasta*). Iranian Scientific Fisheries Journal, 28(1): 131-144.

Panserat S., Hortopan G., Plagnes-Juan E., Kolditz C., Lansard M., Skiba-Cassy S., Esquerré D., Geurden I., Médale F., Kaushik S., Corraze G. 2009. Differential gene expression after total placement of dietary fish meal and fish oil by plant products in rainbow trout (*Oncorhynchu mykiss*) liver. Aquaculture, 294: 123-131.

Poorali H.R., Sohail Naghshi S., Yazdani M.A., Pazhand Z., Peykaran Mana N. 2013. Study the effect of soyhean lecithin on growth indices, survival percentage and the chemical composition of Persian sturgeon fry. Journal of Aquaculture development, 7(1): 9-22.

Rungruangsak K., Utne F. 1981. Effect of different acidified wet feeds on protease activities in the digestive tract and on growth rate of rainbow trout (Salmo gairdneri Richardson). Aquaculture, 22: 67-79.

Rungraungsak K., Torrissen K. 2007. Digestive efficiency, growth and qualities of muscle and oocyte in Atlantic salmon (*Salmo salar L.)* fed with krill meal as an alternative protein source. Journal of Food Biochemistry, 31: 509-540.

Salhi M., Izquierdo M., Hernandez-Cruz C., Gonzalez M., Fernández-Palacios H. 1994. Effect of lipid and n-3 HUFA levels in microdiets on growth, survival and fatty acid composition of larval gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 124: 275-282.

Sargent J., McEvoy L., Estevez A., Bell G., Bell M., Henderson J., Tocher D.R. 1999. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. Aquaculture, 179: 217-229.

Sink T.D., Lochmann R.T. 2014. The Effects of Soybean Lecithin Supplementation to a Practical Diet Formulation on Juvenile Channel Catfish, Ictalurus punctatus: Growth, Survival, Hematology, Innate Immune Activity, and Lipid Biochemistry. Journal of the World Aquaculture Society, 45:163-72.

Tocher D.R., Bendiksen E.A., Campbell P.J., Bell J.G. 2008. The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish. Aquaculture, 280: 21-34.

Tocher D.R. 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. Reviews in Fisheries Science, 11: 107-84.

Turchini Giovanni M., Bente E Torstensen, Wing-keong Ng. 2009. Fish oil replacement in finfish nutrition. Reviews in Aquacultures, 1(1):10-57.

Worthington C.C. 1991. Worthington enzyme manual related Biochemical. 3rd Edition. Freehold, New Jersey, USA. pp: 212-215.

Zhao J.Z., Ai Q.H., Mai K.S., Zuo R.T., Luo, Y.W. 2013. Effects of dietary phospholipids on survival, growth, digestive enzymes and stress resistance of large yellow croaker (*Larmichthys crocea)* larvae. Aquaculture, 410: 122-128.

Zhou Q.C., Mai K.S., Tan B.P., Liu Y.J. 2005. Partial replacement of fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*), 2005. Aquaculture Nutrition, 11:175-82.

De Santis C., Taylor J.F., Martinez-Rubio L., Boltana S., Tocher D.R. 2015. Influence of development and dietary phospholipid content and composition on intestinal transcriptome of Atlantic salmon (*Salmo salar*). PloS one 10(10): e0140964.

نحوه استناد به این مقاله:

سیدی‌قمی م.، نوری ف.، آق ن.، عبدالحی ح.ع.، گیسبرت ا. تأثیرجایگزینی روغن ماهی جیره با لسیتین سویا برشاخص‌های رشد و فعالیت آنزیم‌های گوارشی تاس‌ماهی ایرانی جوان (*Acipenser persicus*). نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۱، ۷۳-۶۵ :(۱)۱۰ .

Seyedi Ghomi M., Noori f., Agh N., Abdolhay H.A., Gisbert E. Effect of fish oil replacement with dietary soybean lecithin on Growth performance and digestive enzymes activity of juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). Journal of Applied Ichthyo-logical Research, University of Gonbad Kavous. 2022, 10(1): 65-73.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/jair.10.1.71]

Effect of fish oil replacement with dietary soybean lecithin on Growth performance and digestive enzymes activity of juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*)

Seyedi Ghomi M[1]., Noori F[1*]., Agh N[1]., Abdolhay H.A[2]., Gisbert E[3].

[1] Dept. of Aquatic Reproduction and Breeding, Artemia and Aquaculture Research Institute, Urmia University, Iran.
[2] Fisheries Research Institute, Tehran, Iran.
[3] Food and Technology Agricultural Research Institute, St. Carlos, Spain.

Type:

Original Research Paper

Paper History:

Received: 30-07-2021
Accepted: 11-01- 2022

Corresponding author:

Noori F. Dept. of Aquatic Reproduction and Breeding, Artemia and Aquaculture Research Institute, Urmia University, Iran.

Email: f.noori@urmia.ac.ir

Abstract

The purpose of this study was to survey the effect of dietary fish oil replacement with different levels of soybean lecithin on growth performance and digestive enzymes activity of Persian sturgeon. Three hundred and sixty fish with average weight of 85 ± 0.09 g were treated with 6 experimental diets and three replicates, containing 0, 2, 4, 6, 8 and 10 percent soybean lecithin for 10 weeks. Based on the biometry at the end of culture period, the highest weight gain, final weight, length and specific growth rate were present in the 6% dietary fish oil replacement with soybean lecithin treatment, which showed significant difference with other treatments. There was no significant difference in condition factor between different treatments. The lowest FCR value was observed in treatment 4 which showed a significant difference with other treatments. Digestive enzymes activity such as lipase, pepsin, chymotrypsin, and amylase did not show any significant differences between different treatments, however trypsin exhibited significantly higher activity in treatment 4 (6% lecithin) compared to fish treated diets with 0% (control) and 2% fish oil replacement with lecithin. It can be concluded that replacement of fish oil up to 6% with soybean lecithin in *A. persicus* diet improves weight gain, final weight, specific growth rate, food conversion rate and trypsin activity significantly.

Keywords: Soybean Lecithin, *Acipenser persicus*, Digestive enzymes, Growth performance, Fish oil

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/jair.10.1.71]