بررسی اثر لیستین سویا بر شاخص‌های رشد، درصد بازماندگی و ترکیب شیمیایی لاشه بچه تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*)

حمیدرضا پورعلی فشتمی*[1]، سعیده سهیل نقشی[2]، محمدعلی یزدانی [3]، ذبیح اله پژند[4]، نعمت پیکران مانا [5]

۱*، ۲، ۳، ۴ و ۵- موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، رشت، ایران، صندوق پستی: ۳۴۶۴-۴۱۶۳۵

تاریخ دریافت: ۱۷ مهر ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: ۱۷ بهمن ۱۳۹۱

چکیده

این بررسی با هدف تعیین اثرات جیره غذایی حاوی درصدهای مختلف لیستین سویا برعملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی و درصد بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*) تحت شرایط پرورشی ایران به مدت ۸ هفته در انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان انجام شد. چهار جیره غذایی نیمه خالص شامل جیره پایه بدون لیستین سویا (تیمار شاهد)، تیمار حاوی ۱٪ لیستین سویا (تیمار۱)، تیمارحاوی ۲٪ لیستین سویا (تیمار۲) و تیمار حاوی ۳٪ لیستین سویا (تیمار۳) فرموله شد. آزمایش در ۱۲ حوضچه پلاستیکی با حجم مفید آبگیری ۱۵ لیترانجام شد. ۲۴۰ عدد بچه تاسماهی ایرانی با میانگین وزن و طول کل اولیه به ترتیب ۰/۱± ۱/۹ گرم و ۰/۳± ۷ سانتی‌متر با تراکم ۲۰ عدد در هر حوضچه توزیع شدند و روزانه در حد سیری مورد تغذیه قرارگرفتند. نتایج حاصل از آنالیز وزن و طول کل نهایی بیان‌گر برتری آماری تیمارهای شاهد، ۱ و ۳ درصد نسبت به تیمار ۲ درصد دارد ($p\leq$۰/۰۵). بررسی آماری شاخص رشد ویژه (SGR) حاکی از وجود اختلاف معنی داری بین تیمارحاوی ۲ درصد لیستین با سایر تیمارها می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵) و مقایسه داده‌ها نشان می‌دهد که بین تیمارهای شاهد، ۱ و ۳ اختلاف معنی دار وجود ندارد ($p\leq$۰/۰۵). آنالیز داده‌های درصد بازماندگی در تیمارها بیان‌گر برتری آماری تیمار حاوی ۳ درصد لیستین (۱/۹± ۸۸/۹ ٪) با تیمار یک درصد لیستین (۱۱/۵± ۷۳/۳ ٪) می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵). بررسی و مقایسه نتایج درصدهای اسیدهای چرب لاشه ماهیان نشان داد که با افزایش مقدار لیستین در جیره‌های غذایی، از مقدار اسیدهای چرب اشباع در لاشه ماهیان کاسته می‌شود. در مجموع مکمل شدن جیره غذایی تاسماهیان ایرانی (۱/۹ گرمی) با لیستین سویا سبب بهبود برخی از شاخص‌های رشد و افزایش کیفیت شیمیایی لاشه می‌شود.

کلمات کلیدی: تاسماهی ایرانی، لیستین سویا ، تغذیه ، رشد، ضریب تبدیل غذایی.

* عهده دار مکاتبات (✉). Pourali_882@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

مقدمه

لیستین به عنوان یکی از منابع پایدار با قابلیت بالای زیستی فسفولیپید در سخت پوستان و ماهیان شناخته شده است. لیستین یک واژه کلی برای گروهی از چربی‌های زرد مایل به قهوه‌ای می‌باشد که در بافت-های گیاهی و جانوری و در زرده تخم مرغ وجود دارد و از اسید فسفریک، کولین، اسیدهای چرب، گلیسرول، گلیکولیپید، تری گلیسرید و فسفولیپیدهایی مانند فسفاتیدیل کولین (PC)، فسفاتیدیل اتانولامین (PE) و فسفاتیدیل اینوزیتول (PI) تشکیل شده است (Thompson, *et al*., 2003; Gobley, 1874). لیستین نقش تعاملی در جذب روده ای کلسترول دارد که رشد و بقای گونه‌های مختلف آبزیان را بهبود می‌بخشد (ADM Specialty Ingredients, 2003). هم‌چنین لیستین یک منبع مناسبی از میواینوزیتول است که در اغلب گونه‌های آبزی‌پروری به عنوان کوفاکتور در تولید آنزیم‌های خاص (کولین استراز و ترانس آمیناز) نقش دارد. به عنوان یک جاذب غذایی شیمیایی، لیستین می تواند نیاز به آرد ماهی و روغن ماهی را به عنوان منابع چربی در جیره کاهش دهد و یا از بین ببرد. لیستین هم‌چنین می‌تواند به عنوان یک جاذب غذایی در فرمولاسیون غذایی آبزیان به کار رود (ADM Specialty Ingredients, 2003). اثر سینرژیک لیستین روی متابولیسم چربی موجب بهبود کارایی مصرف غذا، رشد و بازماندگی ماهیان و سخت پوستان می‌شود. اهمیت لیستین به ویژه در جیره‌های آبزیان جوان محسوس تر است. دستگاه گوارش در حال تکامل این موجودات جوان در ساختن مقادیرکافی از فسفولیپید توانایی محدودی دارد. مکمل لیستین به عنوان منبعی از فسفولیپید، کولین و اینوزیتول، رشد و بازماندگی لارو ماهیانی از قبیل ماهیان خاویاری، سیم، سالمون، قزل‌آلا و سخت پوستان جوان را افزایش می‌دهد (ADM Specialty Ingredients, 2003). Harda (۱۹۸۷)، Hung و همکاران (۱۹۸۷) و Ketola و همکاران (۱۹۸۹) تأکیدکردند که نیاز است لیستین در جیره‌های ماهیان پرورشی برای بهبود هضم و جذب چربی افزوده شود. تحقیقات نشان می‌دهد که ماهیان و سخت پوستان نمی‌توانند به میزان کافی فسفولیپید مورد نیاز خود را برای حداکثر رشد بسازند، از اینرو فسفولیپید می‌بایستی به جیره‌های آن‌ها افزوده شود (Ketola, 1976; Hung and Lutes, 1988; Hung, 1989; Poston, 1991). هدف این مطالعه تعیین اثرات مکمل لیستین سویا روی عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی و درصد بازماندگی در بچه تاسماهیان ایرانی است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در موسسه تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان با هدف بررسی اثرات مکمل لیستین سویا روی عملکرد رشد، ترکیب لاشه و درصد بازماندگی در بچه تاسماهیان ایرانی (*A.persicus*) برای مدت ۸ هفته اجرا شد. تعداد ۲۴۰ عدد بچه تاسماهی ایرانی از مجموع ۴۵۰ عدد لارو تاسماهی ایرانی با میانگین وزن اولیه ۰/۱±۱/۹ گرم (تعداد بیومتری شده، ۱۰۰ عدد) و طول کل اولیه ۰/۳±۷ سانتی‌متر به طور تصادفی انتخاب و به تعداد ۲۰ عدد در هر حوضچه توزیع شدند. حوضچه‌ها از جنس پلاستیک با حجم کل ۳۵ لیتر و حجم آب‌گیری ۱۵ لیتر مجهز به سیستم هوادهی و تخلیه آب مرکزی با نرخ تعویض آب ۰/۰۸ لیتر در ثانیه از رودخانه سفیدرود شدند. لاروهای سازگار شده به غذا روزانه در سه وعده در ساعات ۸،

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

۱۲ و ۲۲ در حد سیری مورد تغذیه قرارگرفتند. این بررسی به صورت طرح کاملاً تصادفی در چهار تیمار با سطوح مختلف صفر (تیمار شاهد)، یک، ۲ و ۳ درصد لیستین در هرکیلوگرم ماده خشک خوراک در سه تکرار انجام گردید. جهت کاهش استرس ناشی از دستکاری زیست سنجی فقط در روز اول، سی ام و پایان بررسی، کلیه بچه ماهیان پرورشی در تیمارهای مختلف زیست سنجی شدند.

- تهیه جیره‌های غذایی

به منظور تهیه جیره‌های غذایی، ترکیبات غذایی مورد نیاز شامل آرد ماهی، کازئین، دکسترین، آرد گندم، همبندها، مواد معدنی و ویتامین‌ها تهیه شدند. با توجه به تجارب موجود و کیفیت مواد مغذی، جیره غذایی با سطوح پروتئین، چربی و کربوهیدرات خام به ترتیب ۴۵٪ ، ۱۸٪ و ۲۵٪ تهیه شد. برای تهیه جیره‌ها، ابتدا کلیه مواد اولیه خشک به وسیله ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۱ گرم توزین شدند و سپس مخلوط گردیدند. پس از مخلوط کردن، مواد اولیه مایع شامل ملاس، روغن ماهی و لیستین به روش اسپره از طریق محلول الکل متانول، به مواد خشک اضافه و خمیر حاصله برای مدت ۴۵ دقیقه در شرایط نیمه تاریک مخلوط و با چرخ گوشت دستی به صورت رشته تهیه و به خشک کن با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد انتقال یافت. در مدت ۱۵ ساعت جیره‌های غذایی خشک و با بسته بندی نایلون‌های دو جداره به آزمایشگاه منتقل گردید. به منظور تعیین پروفایل اسیدهای چرب موجود در جیره ۱۵۰ گرم از غذا جهت آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه آنالیز دستگاهی جهاد دانشگاهی آذربایجان غربی، ارومیه انتقال یافت. غذای تهیه شده با استفاده از صافی ۵۰۰ میکرون یکنواخت شدند. جیره‌های غذایی مورد نیاز در بسته‌های مناسب در دمای ۴ درجه سانتی-گراد تا زمان استفاده نگهداری شدند. نتایج آنالیز شیمیایی اسیدهای چرب جیره‌های غذایی با سطوح مختلف لیستین در جدول ۱ آورده شده است. به منظور تعیین کیفیت لاشه ماهیان، چهار نمونه لاشه ماهی از تیمارهای مورد بررسی برای تعیین سطوح چربی، پروتئین، رطوبت و خاکستر از مخلوطی از هر سه تکرار هر تیمار بوده آماده و به آزمایشگاه آنالیز دستگاهی جهاد دانشگاهی آذربایجان غربی، ارومیه ارسال شد.

جدول ۱: نوع و مقدار اسیدهای چرب در جیره‌های مختلف غذایی مکمل شده با سطوح مختلف لیستین (درصد)

اسیدهای چرب	تیمار شاهد (بدون لسیتین)	تیمار ۱ (۱٪ لیستین)	تیمار ۲ (۲٪ لیستین)	تیمار ۳ (۳ ٪ لیستین)
C14:0	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰
C14:1n5	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۸
C16:0	۳۱/۶۶	۳۱/۴۵	۲۸/۰۵	۳۱/۲۲
C16:1n7	۸/۳۶	۷/۹۹	۷/۰۶	۷/۶۲
C18:0	۳/۹۵	۴/۳۹	۴/۳۱	۴/۷۹
C18:1n9	۲۶/۴۰	۱۹/۹۳	۲۷/۰۱	۲۳/۳۲
C18:1n7	۱/۶۹	۵/۳۱	۱/۵۲	۳/۷۱

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

اسیدهای چرب	تیمار شاهد (بدون لسیتین)	تیمار ۱ (۱٪ لیستین)	تیمار ۲ (۲٪ لیستین)	تیمار ۳ (۳ ٪ لیستین)
C18:2n6cis	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۶
C18:3n3	۷/۷۵	۷/۶۴	۹/۴۴	۸/۱۸
C20:0	۰/۲۰	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۹
C18:3n6	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۲۱	۰/۲۱
C20:1n9	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۱۳	۰/۱۲
C18:4n3	۱/۶۷	۱/۶۲	۱/۸۴	۱/۵۲
C22:0	۱/۵۴	۱/۴۶	۱/۵۲	۱/۳۷
C20:3n6	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۰
C20:3n3	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۱
C20:5n3	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۱۶
C20:4n6	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۰۳
C22:5n6	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۹
C22:5n3	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۵
C22:6n3	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۲
Total	۸۳/۹۱	۸۰/۶۸	۸۲/۰۶	۸۲/۸۶
Total saturated	۳۷/۳۸	۳۷/۵۴	۳۴/۰۹	۳۷/۵۹
Total monoense	۳۶/۵۹	۳۳/۳۵	۳۵/۸۴	۳۴/۸۸
n6- PUFA	۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۵۸	۰/۴۳
n3- PUFA	۹/۶۷	۹/۵۳	۱۱/۵۵	۹/۹۷
DHA / EPA	۰/۵۴	۰/۴۷	۰/۹۷	۰/۱۵
EPA / ARA	۱	۱/۲۱	۰/۵۶	۴/۰۸

روش آماری و ارزیابی شاخص‌های رشد و تغذیه

این آزمایش در طرح کاملاً تصادفی متعادل با چهار تیمار و سه تکرار اجرا شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و با استفاده از بسته‌های نرم افزاری Excel (2010) و Spss (Ver. 17) بررسی شد. مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون چند دامنه دانکن و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد ($p\leq$۰/۰۵) انجام شد. کلیه فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب مانند درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH روزانه اندازه‌گیری و ثبت گردید. به منظور ارزیابی روند رشد علاوه بر اندازه گیری وزن و طول کل ماهیان، شاخص‌هایی مانند نرخ رشد ویژه (SGR) و ضریب تبدیل غذایی (FCR)، دو عامل مهم در ارزیابی اقتصادی و اثرات غذادهی در آبزی پروری (Hung, *et al*., 1989b)، درصد افزایش وزن بدن (BWI ٪)، ضریب چاقی یا عامل وضعیت (CF)، نرخ رشد روزانه به گرم (GR) و درصد بازماندگی (S ٪) بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

درصد بازماندگی= ۱۰۰ × نسبت تعداد لارو اولیه/ نسبت لارو زنده مانده در پایان دوره (Hung, *et al*., 1989a)

FCR = F/(Wf -Wi) (Ronyai, *et al*., 1990; Abdelghany and Ahmad, 2002)

F: مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی

Wi و Wf: میانگین بیوماس اولیه و نهایی

$SGR = (\ln W_f - \ln W_i)/t \times 100$ (Ronyai, *et al.,* 1990)

W_f, W_i : میانگین بیوماس اولیه و نهایی

t: مدت زمان پرورش

$\% BWI = 100 \times (BW_f - BW_i) / BW_i$ (Hung, *et al.,* 1989a)

BW_i و BW_f: متوسط وزن اولیه و وزن نهایی در هر حوضچه

$GR = (BW_f - BW_i) / n$ (Hung *et al.,* 1989a)

n : تعداد روزهای پرورش

CF = 100 × (BW/TL^3) (Hung and Deng, 2002)

BW: وزن (g)

TL: طول کل (cm)

نتایج

کلیه پارامترهای کیفی آب در طی ۵۶ روز آزمایش مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار آماری در میان تیمارهای مورد بررسی در خصوص درجه حرارت، مقدار اکسیژن محلول و pH مشاهده نگردید ($p\geq ۰/۰۵$). میانگین دمای آب حوضچه‌ها ۲۳/۲±۲/۱ درجه سانتی‌گراد، pH آب از ۷/۸ تا ۸/۳ با میانگین (۸±۰/۳) و میزان اکسیژن محلول در آب (۸/۲±۱/۵ میلی‌گرم در لیتر) اندازه-گیری و ثبت گردید. بچه تاسماهیان در ابتدای دوره از نظر وزنی دارای توزیع نرمال بوده و بررسی نتایج تجزیه واریانس یکطرفه، اختلاف معنی دار در وزن و طول کل اولیه نشان نداد ($p\geq ۰/۰۵$). نتایج حاصل از آنالیز واریانس یکطرفه داده‌های حاصل در خصوص وزن و طول کل نهایی بچه تاسماهیان ایرانی نشان از برتری آماری تیمارهای شاهد، ۱ و ۳ درصد نسبت به تیمار ۲ درصد دارد ($p\leq ۰/۰۵$). بالاترین وزن و طول کل نهایی به ترتیب با مقادیر (۲/۰±۱۶/۱۷گرم) و (۱/۱±۱۵/۶۳ سانتی‌متر) در تیمار تغذیه شده با یک درصد لیستین حاصل شد. هیچ‌گونه اختلاف معنی داری در این دو شاخص در بین تیمارهای شاهد، یک و ۳ درصد مشاهده نگردید ($p\geq ۰/۰۵$) (جدول ۲). بررسی داده‌های حاصل در خصوص شاخص ضریب تبدیل غذایی (FCR) در کلیه تیمارهای مورد بررسی بیان‌گر عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین سطوح پیشنهادی لیستین جیره غذایی و تیمار شاهد می‌باشد ($p\geq ۰/۰۵$). حداقل این شاخص در تیمار حاوی ۳ درصد (تیمار ۳) با مقدار۰/۰±۱/۹۱ به دست آمد (جدول ۲). نتایج حاصل از تجزیه آماری مقادیر به دست آمده برای ضریب چاقی (CF) نشان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمار حاوی ۲ درصد لیستین و تیمارهای شاهد، یک و ۳ درصد می‌باشد ($p\leq ۰/۰۵$) (جدول ۲). بالاترین میزان ضریب چاقی به مقدار (۰/۰±۰/۴۸٪) در تیمار حاوی ۲ درصد لیستین اندازه‌گیری شد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

جدول ۲: نتایج بررسی اثرات لیستین بر شاخص‌های وزن نهایی ، طول کل نهایی، ضریب تبدیل غذا و ضریب چاقی

تیمار	وزن نهایی (kg)	طول کل نهایی (cm)	ضریب تبدیل غذا	ضریب چاقی (٪)
تیمار شاهد	۱۴/۴۰±۰/۸ a	۱۵/۳۰±۰/۴ a	۲/۰۳±۰/۱ a	۰/۴۰±۰/۰ b
تیمار ۱ (۱٪)	۱۶/۱۷±۲/۰ a	۱۵/۶۳±۱/۱ a	۲/۰±۰/۲ a	۰/۴۲±۰/۰ b
تیمار ۲ (۲٪)	۱۲/۱۰±۰/۵ b	۱۳/۶۵±۰/۰ b	۲/۰۸±۰/۱ a	۰/۴۸±۰/۰ a
تیمار ۳ (۳٪)	۱۵/۳۰±۰/۱ a	۱۵/۱۴±۰/۳ a	۱/۹۱±۰/۰ a	۰/۴۳±۰/۰ b

نتایج بررسی آماری شاخص رشد ویژه (SGR) حاکی از وجود اختلاف معنی داری بین تیمار حاوی ۲ درصد لیستین با سایر تیمارها می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵) و مقایسه داده‌ها نشان می‌دهد که بین تیمارهای شاهد، ۱ و ۳ اختلاف معنی دار وجود ندارد ($p\geq$۰/۰۵). بالاترین درصد این شاخص در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی یک درصد لیستین (تیمار۱) به دست آمد اما این تیمار با تیمار حاوی ۳ درصد لیستین و تیمار شاهد اختلاف آماری نشان نداد ($p\geq$۰/۰۵) (جدول ۳). آنالیز واریانس داده‌های درصد بازماندگی در تیمارهای مورد بررسی بیان‌گر برتری آماری تیمار۳ درصد لیستین با تیمار یک درصد لیستین می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵). بالاترین درصد بازماندگی در تاسماهیان ایرانی تغذیه شده با جیره حاوی ۳ درصد لیستین (تیمار۳) به مقدار ۸۹٪ محاسبه شد. مقایسه تیمار۳ با تیمارهای شاهد و ۲ درصد اختلاف معنی‌دار نشان نداد ($p\geq$۰/۰۵). میزان درصد بازماندگی در تیمارهای شاهد، ۱ و ۲ نیز حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار آماری می‌باشد ($p\geq$۰/۰۵) (جدول ۳). نتایج حاصل از بررسی داده‌های به دست آمده از درصد افزایش وزن بدن (BWI) حاکی از برتری آماری تیمارهای شاهد، یک و ۳ درصد با تیمار ۲ درصد می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵). بالاترین مقدار این شاخص در تیمار یک درصد (۷۵۰/۸۸±۱۰۴/۰ ٪) ثبت گردید، اگرچه که این تیمار با تیمارهای ۳ درصد و شاهد اختلاف آماری معنی‌دار ندارد ($p\geq$۰/۰۵) (جدول ۳). شاخص رشد روزانه (Gr) در میان کلیه تیمارهای مورد آزمایش اختلاف معنی‌دار آماری نشان نداد و بیشترین (۱/۹۰±۰/۱) و کمترین (۱/۴۰±۰/۲) مقدار به ترتیب در تیمارهای ۲ و ۳ درصد به دست آمد (جدول ۳).

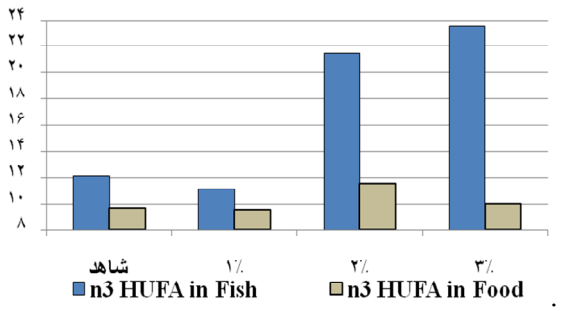
جدول ۳: اثرات لیستین جیره بر روی نرخ رشد ویژه ، بازماندگی، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد روزانه

تیمار	نرخ رشد ویژه (٪)	بازماندگی (٪)	درصد افزایش وزن نسبت به وزن اولیه (درصد)	نرخ رشد (گرم)
تیمار شاهد	۳/۳۷±۰/۱ a	۷۶/۶۷±۵/۸ ab	۶۵۷/۸۹±۴۲/۱ a	۱/۵۳±۰/۲ a
تیمار ۱ (۱٪)	۳/۵۶±۰/۲ a	۷۳/۳۳±۱۱/۵ b	۷۵۰/۸۸±۱۰۴/۰ a	۱/۶۸±۰/۵ a
تیمار ۲ (۲٪)	۳/۰۸±۰/۱ b	۸۵/۰±۵/۰ ab	۵۳۶/۸۴±۲۶/۳ b	۱/۴۰±۰/۲ a
تیمار ۳ (۳٪)	۳/۴۳±۰/۱ a	۸۸/۸۹±۱/۹ a	۶۸۵/۳۸±۳۴/۸ a	۱/۹۰±۰/۱ a

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

شکل ۱ نشان می‌دهد که با افزایش میزان لیستین در جیره غذای در سطوح ۲ و ۳ درصد کیفیت لاشه بچه تاسماهی ایرانی افزایش داشته است.



شکل ۱: میزان اسیدهای چرب غیراشباع n-۳ در جیره‌های غذایی و لاشه بچه تاسماهی ایرانی به درصد

آنالیز شیمیایی لاشه بچه تاسماهی ایرانی و میزان اسیدهای چرب در تیمارهای مختلف مورد بررسی در جدول ۴ ارایه شده است. درصد چربی موجود در لاشه بچه تاسماهیان ایرانی ۰/۳±۲/۹٪ درصد و مقدار رطوبت ۱/۳±۷۴ درصد محاسبه گردید. آنالیز اسیدهای چرب لاشه در تیمارها نشان می‌دهد که مقدار اسیدچرب لینولئیک و لینولنیک با افزایش لیستین جیره افزایش یافته است. همان‌طوری که در جدول ۴ مشخص گردید مقدار اسیدهای چرب اشباع تیمار شاهد از سایر تیمارهای مورد بررسی بیشتر می‌باشد (۳۹/۸٪) و هم‌چنین کمترین مقدار اسیدهای چرب غیراشباع در تیمار شاهد مشاهده شده است. بررسی و مقایسه نتایج درصدهای اسیدهای چرب نشان می‌دهد که با افزایش مقدار لیستین تا ۲ درصد در جیره‌های غذایی، از مقدار اسیدهای چرب اشباع کاسته شد و هم‌چنین با افزایش ۳ درصد لیستین به خوراک بچه تاسماهی ایرانی، مقدار اسیدهای چرب غیراشباع n-۳ و n-۶ افزایش یافت (۲۹/۰۳٪). نسبت اسید دکوزا-هگزانوئیک به اسیداکوزاپنتانوئیک (DHA/EPA) با افزایش لیستین جیره در سطح یک و ۲ درصد کاهش و در سطح ۳ درصد با افزایش همراه بود. نسبت اسیداکوزاپنتانوئیک به اسیدآراشیدونیک (EPA/ARA) با افزایش مقدار لیستین جیره غذایی به تدریج کاهش یافته است.

جدول ٤: نوع و درصد اسیدهای چرب در لاشه بچه تاسماهی ایرانی (چربی ۰/۳±۲/۹ ٪ بر اساس وزن خشک) تحت تاثیر درصدهای مختلف لیستین

اسیدهای چرب	تیمار شاهد (بدون لسیتین)	تیمار ۱ (۱٪ لیستین)	تیمار ۲ (۲٪ لیستین)	تیمار ۳ (۳ ٪ لیستین)
C14:0	۰/۰۱	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۴۰
C14:1n5	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۳
C16:0	۳۰/۴۵	۱۶/۶۰	۱۷/۳۰	۲۰/۷۰
C16:1n7	۰/۲۳	۱/۵۰	۳/۳۰	۳/۵۱
C18:0	۸/۷۰	۸/۴۰	۷/۴۸	۸/۵۰
C18:1n9	۲۲/۲۲	۲۹/۵۰	۳۵/۳۰	۲۹/۵۰
C18:1n7	۴/۱۲	۱/۸۰	۳/۰۰	۳/۲۰

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

اسیدهای چرب	تیمار شاهد (بدون لسیتین)	تیمار ۱ (۱٪ لیستین)	تیمار ۲ (۲٪ لیستین)	تیمار ۳ (۳ ٪ لیستین)
C18:2n6cis	۰/۳۰	۱/۰۷	۲/۹۰	۳/۰۰
C18:3n3	۶/۰۸	۷/۰۰	۱۴/۳۴	۱۳/۵۰
C20:0	۰/۷۱	۱/۹۷	۱/۹۰	۰/۶۰
C18:3n6	۰/۰۴	۰/۹۸	۰/۱۲	۰/۲۵
C20:1n9	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۲۰	۲/۸۵
C18:4n3	۵/۲۲	۱/۹۹	۱/۹۳	۲/۷۰
C22:0	۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۱۹	۰/۰۳
C20:3n6	۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۰۴	۰/۰۳
C20:3n3	۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۴
C20:5n3	۰/۰۷	۱/۳۰	۰/۸۰	۰/۹۰
C20:4n6	۰/۰۸	۱/۹۸	۲/۱۰	۲/۱۸
C22:5n6	۳/۰۴	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۰۳
C22:5n3	۰/۳۸	۰/۰/۰۲۵۰	۱/۸۰	۱/۹۰
C22:6n3	۰/۲۸	۰/۲۱	۲/۵۰	۴/۵۰
Total	۸۲/۱۳	۷۵/۹۵	۹۵/۷۵	۹۸/۳۶
Total saturated	۳۹/۸۸	۲۷/۴۳	۲۷/۱۷	۳۰/۲۴
Total monoense	۲۶/۶۷	۳۲/۹۹	۴۱/۸۲	۳۹/۰۹
n6- PUFA	۳/۵۱	۴/۴۳	۵/۳۳	۵/۴۹
n3- PUFA	۱۲/۰۸	۱۱/۱۰	۲۱/۴۴	۲۳/۵۴
DHA/EPA	۳/۸۵	۰/۱۶	۳/۱۳	۵/۰۰
EPA/ARA	۰/۹۶	۰/۶۶	۰/۳۸	۰/۴۱

بحث

بر اساس نتایج به دست آمده در این بررسی با اضافه کردن سطوح لیستین تا ۳ درصد، درصد بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی بهبود یافته (۱/۹±۸۸/۸۹ ٪) هر چندکه برتری آماری میان تیمارها مشاهده نشده است. Kean و همکاران (۱۹۸۵) خاطر نشان کردند که افزودن لیستین به جیره‌های غذایی لابستر (*Homarus americanus*) هیچ اثر معنی‌داری روی رشد ندارد. از سوی دیگر Kanazawa و همکاران (۱۹۷۹)گزارش کردند که افزودن لیستین سویا به سهمیه غذایی لارو میگوی جوان (*Penaeus japonicus*)، ماهی آیو (*Plecoglossus altivelis*)، سیم دریایی قرمز (*Chrysophrys major*)، کوسه (*Oblegnathus fasciatus*)، میگوی چینی (*Penaeus chinensis*) و میگوی آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) سبب افزایش رشد و بالارفتن درصد بازماندگی شده است. Conklin و همکاران (۱۹۸۰) و D' Abramo و همکاران (۱۹۸۱) به این نتیجه رسیدند که افزودن لیستین برای رشد و بازماندگی لابستر

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

(*Homarus americanus*) ضروری است. علاوه برآن، نتایج مشابه‌ای در تحقیقات Pascual (۱۹۸۶) برای میگوی ببری بزرگ (*Penaeus monodon*)، Hilton و همکاران (۱۹۸۴) و Briggs و همکاران (۱۹۸۸) برای میگوی آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) به دست آمده است.

عملکرد رشد در مطالعات Atar و همکاران (۲۰۰۹) در خصوص ماهیان تیلاپیای ۰/۰۰۲± ۰/۰۶ گرمی نشان‌دهنده برتری آماری وزن در ماهیان تغذیه شده با جیره ۳٪ لیستین سویا می‌باشد (۰/۲۵± ۵/۶۲ گرم)، این در حالی است که میانگین وزن در ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد ۰/۱۹±۳/۳۸ گرم می‌باشد. در بررسی این محققان بالاترین کارایی پروتئین (۰/۰۲±۱/۹۰) و بهترین ضریب تبدیل غذا (۰/۰۴±۱/۷۵) در ماهیان تغذیه شده با جیره ۲٪ لیستین سویا حاصل شد. در بررسی حاضر به استثنای تیمار ۲ درصد، افزودن لیستین به جیره سبب افزایش وزن نهایی بچه تاسماهیان گردید اما روند افزایش به گونه‌ای بود که بالاترین وزن نهایی بچه تاسماهیان ایرانی (۲/۰±۱۶/۱۷ گرم) تغذیه شده با جیره حاوی یک درصد لیستین بدست آمد و به دنبال آن تیمار۳ درصد (۰/۱±۱۵/۳۰ گرم) حاوی حداکثر دوز مصرفی لیستین قرار داشت. اثرات مثبت افزودن لیستین در جیره‌های غذایی بر روند رشد ماهی دم زرد (*Seriola quinqueradiata*) نیز توسط Harda (۱۹۸۷) گزارش شده است. در طی ۵۶ روز غذادهی، عملکرد رشد در فیلماهیان نوجوان تغذیه شده با جیره حاوی فسفولیپید ۴٪ بهبود یافت (Ebrahimnezhadarabi *et al.*, 2011). در مطالعه آنان اختلاف معنی داری در ضریب چاقی (CF) ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۶٪ فسفولیپید با سایر جیره‌های حاوی مقادیر صفر، ۲ و ۴٪ فسفولیپید مشاهده گردید ($p<0/05$). در بررسی این محققان کمترین و بیشترین این شاخص به ترتیب در جیره‌های حاوی ۶٪ (۰/۰۱±۰/۳۸٪) و ۱٪ (۰/۰۱±۰/۴۷٪) لیستین مشاهده شده است (Ebrahimnezhadarabi, *et al.*, 2011). تکمیل جیره‌های غذایی با فسفولیپید در ماهیان از طریق کاهش مصرف انرژی که برای ساخت فسفولیپید مورد نیاز است می تواند باعث بهبود عملکرد رشد گردد (Craige and Gatlin, 1997).

بر اساس یافته‌های Ebrahimnezhadarabi و همکاران (۲۰۱۱)، افزودن فسفاتیدیل کولین یکی از فسفولیپیدهای موجود در ساختار لیستین به جیره‌های غذایی ماهیان نوجوان فیلماهی (*Huso huso*) تا سطح ۴٪ منجر به بهبود فرایندهای هضم و جذب در این ماهیان خواهد شد. افزودن ۴٪ لیستین سویا به جیره غذایی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) ۰/۱۲ گرمی نقش مهمی در افزایش رشد و درصد بازماندگی این ماهی بازی می‌کند، هم‌چنین می‌تواند سبب بهبود کارایی غذا و تسهیل عمل هضم شود (Atar, *et al.*, 2009). در تحقیقات انجام شده توسط Thompson و همکاران (۲۰۰۳) روی خرچنگ آب شیرین استرالیایی (*Cherax quadricarinatus*) اختلاف معنی‌داری در وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه در تیمارهای حاوی صفر،۰/۵،۱ و۲٪) لیستین سویا بعد از ۱۰ هفته از آزمایش مشاهده نگردید. نتایج بررسی این محققان نشان می‌دهد که عملکرد رشد و بازماندگی در خرچنگ آب شیرین نوجوان (*Cherax quadricarinatus*) تغذیه شده با جیره تجاری نیمه خالص حاوی ۲٪ لیستین سویا با جیره پایه (بدون لیستین) تفاوتی ندارد (Thompson, *et al.*, 2003). بالاترین افزایش وزن بدن در ماهیان طلایی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

(*Carassius auratus*) ۰/۳ گرمی پس از ۶ هفته تغذیه با جیره‌های ۴٪ لیستین بدست آمد و پس از آن جیره حاوی ۲٪ روغن ماهی کاد و ۲٪ لیستین قرار داشت (Lochmann and Brown, 1997).

در بررسی حاضر، حداکثر ضریب چاقی بدست آمده در سطح لیستین دو درصد (تیمار ۲) مشاهده گردید که با سایر تیمارهای تحت بررسی اختلاف معنی‌دار آماری نشان داده است. حداکثر مقدار برای این شاخص در این مطالعه ۰/۰± ۰/۴۸ ٪ گزارش شده است. بالاترین مقدار به دست آمده برای این شاخص در فیلماهی در تحقیقات Ebrahimnezhadarabi و همکاران (۲۰۱۱)، با بالاترین مقدار ضریب چاقی به دست آمده در یافته‌های بررسی حاضر برای تاسماهی ایرانی مطابقت دارد.

هم‌چنین بالاترین و پایین ترین شاخص رشد ویژه (SGR) فیلماهی در تحقیقات Ebrahimnezhadarabi و همکاران (۲۰۱۱) به ترتیب در ماهیان تغذیه شده با ۴٪ و ۶ ٪ فسفولیپید با مقادیر ۴/۸۲ و ۴/۲۲ ٪ بدست آمد. اما هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در میان تیمارهای آن‌ها گزارش نشده است. نتایج مشابهی در این خصوص در یافته‌های دیگر محققین نیز یافت شده است (Fontagne, *et al*., 1998 and 2000; Gisbert, *et al*., 2005; Izquierdo, *et al*., 2001). در بررسی حاضر بالاترین مقدار این شاخص در تیمار یک (۱٪ لیستین) (۰/۲± ۳/۵۶ ٪) به دست آمد.

بر اساس نتایج به دست آمده در این بررسی با اضافه کردن سطوح لیستین تا سطح ۳ درصد، درصد بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی بهبود یافت (۱/۹±۸۸/۸۹ ٪) هر چند که برتری آماری در میان تیمارهای مکمل شده با لیستین و تیمار شاهد مشاهده نشد. درصد بازماندگی در بچه تاسماهی ایرانی تغذیه شده با سطح ۳ درصد لیستین در مقایسه با یک درصد برتری آماری را نشان می‌دهد این نتیجه در خصوص گونه فیلماهی که دارای سرعت رشد بیشتری می‌باشد، نیز مشاهده شده است (Ebrahimnezhadarabi, *et al*., 2011). فیلماهیان نوجوان تغذیه شده با جیره حاوی فسفولیپید، اختلاف معنی‌داری در درصد بازماندگی در سطوح ۴٪ فسفولیپید (۷۶/۷۰ ٪) و جیره ۲٪ فسفولیپید (۵۷/۸۰٪) نشان دادند و حداکثر بازماندگی در بررسی آن‌ها در سطح ۴٪ بدست آمد. در این بررسی حداکثر درصد بازماندگی در تیمار ۳ درصد لیستین مشاهده شد.

بررسی و مقایسه نتایج درصدهای اسیدهای چرب لاشه ماهیان نشان می‌دهد که با افزایش مقدار لیستین در جیره‌های غذایی، از مقدار اسیدهای چرب اشباع در لاشه ماهیان کاسته شد و مقدار اسیدهای چرب غیراشباع n-۳ و n-۶ به مراتب بهبود یافته است، به طوری که با افزایش ۳ درصد لیستین به خوراک بچه تاسماهی ایرانی، مقدار اسیدهای چرب غیراشباع n-۳ و n-۶ در لاشه به حداکثر مقدار رسیده است (در مجموع ۲۹/۰۳٪). ترکیب اسیدهای چرب لاشه بچه تاسماهی ایرانی در اثر تغذیه با سطوح مختلف لیستین تغییر کرد. مقدار چربی بدن در ابتدا و پایان بررسی تغییر معنی‌داری نداشته است. در این بررسی مقدار اسیدهای چرب اشباع با افزایش لیستین جیره کاهش یافت و مقادیر اسیدهای چرب غیراشباع تک و چند زنجیره افزایش داشته است. مقادیر اسید لینولئیک، ایکوزاپنتانوئیک و دیکوزا هگزانوئیک با افزایش مصرف لیستین در بدن تاسماهی ایرانی افزایش داشته است. به گزارش Hung و همکاران (۱۹۸۷) برای تاسماهی سفید و Poston (۱۹۹۱) برای سالمون

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

آتلانتیک، افزایش لیستین در جیره‌های غذایی منجر به پدید آمدن شرایط چرب در ماهیان شده است.

در بررسی حاضر با افزایش میزان لیستین تا ۳ ٪ ، میزان اسید اکوزاپنتانوئیک از ۲۰۸/۸ میلی‌گرم (۰/۴۴ درصد) به ۷۵۳ (۰/۴۰ درصد) افزایش یافته است که در مجموع این روند افزایش منجر به بهبود عملکرد رشد در بچه تاسماهیان ایرانی گردیده است. کاهش اسید اکوزاپنتانوئیک (EPA) جیره از ۲/۸۹ به ۱/۶۳ در تحقیقات Liu و همکاران (۲۰۰۲)، درصد بازماندگی، رشد و مقاومت در برابر استرس را در لاروهای سیم دریایی حتی زمانی که اسید دکوزا هگزانوئیک (DHA) در جیره حضور دارد، کاهش داد. تحقیقات برخی محققان نشان داده است که اسید اکوزاپنتانوئیک (EPA) برای رشد ماهیان خانواده Sparidae ، زمانی‌که اسید دکوزا هگزانوئیک (DHA) در جیره وجود ندارد، ضروری است (Furuita, *et al*., 1998, 1996; Watanabe, *et al*., 1989). در مطالعه Liu و همکاران (۲۰۰۲) در روی سیم دریایی gilthead حضور اسید اکوزاپنتانوئیک حتی زمانی‌که سطوح بالای اسید دکوزا هگزانوئیک در جیره وجود دارد، ضروری بود. این مساله در مورد کفشک ماهیان ژاپنی نیز صدق می‌کند (Furuita, *et al*.,1999).

در بررسی Atar و همکاران (۲۰۰۹) افزایش چربی در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۴ و ۵٪ لیستین سویا اتفاق افتاد. در بررسی حاضر با افزایش مقدار لیستین از ۱ به ۳ ٪ مقدار اسیدهای چرب جیره از ۸۰/۶۸ درصد به ۸۴ درصد براساس وزن خشک چربی جیره افزایش یافته است. این در حالی است که مقادیر اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ نیز با افزایش مقادیر لیستین در جیره غذایی افزایش یافته است. نتایج بررسی حاضر با یافته‌های به دست آمده در خصوص مقادیر چربی در جیره‌های لارو سیم دریایی مشابهت دارد. لاروهای سیم دریایی تغذیه شده با جیره‌های بدون لیستین سویا مقدار چربی پایین‌تری را نشان دادند، این کاهش به صورت کاهش نسبت اسیدهای چرب اشباع شده و اسیدهای چرب غیراشباع تک زنجیره در لارو قابل مشاهده است. علاوه بر این تعداد و اندازه ذرات لیپوپروتئینی در تیغه Lamina propria لاروها نیز کاهش یافته که منجر به پایین آمدن درصد بازماندگی و کاهش رشد در لاروها می‌شود. هم‌چنین در بررسی این محققان لاروهای تغذیه شده با جیره‌های بدون لیستین سویا، مقدار چربی پایین تر، مقدار اسید چرب n-۶ و اسید چرب اشباع شده کمتر و مقدار نسبتاً بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیر (n-۳) را در مقایسه با لاروهای تغذیه شده با جیره شاهد نشان دادند (Liu, *et al*., 2002).

جیره غذایی غنی از اسید لینولئیک مانند روغن آفتابگردان و سویا به طور نسبی سطوح بالاتری از اسید ایکوزاپنتانوئیک و دیکوزاهگزانوئیک دارند. ماهیان خاویاری نیز دارای توانایی لازم برای تبدیل اسیدهای لینولنیک و لینولئیک به اسیدهای آراشیدونیک، ایکوزاپنتانوئیک و دیکوزاهگزانوئیک می‌باشد. به همین دلیل در نمونه‌های اسید چرب لاشه بچه تاسماهی ایرانی این بررسی مقادیر قابل توجه از آن‌ها مشاهده شد. مشخص گردید که تاسماهی روسی نیز توانایی مصرف همه نوع چربی گیاهی را در جیره داشته و به ویژه اسیدهای HUFA که در سلامت انسانی بسیار مهم می‌باشند، در بدن این ماهیان به وفور دیده می‌شوند (Sener, *et al*., 2005).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

چربی خام در تحقیقات Atar و همکاران (۲۰۰۹)، در ماهیان تیلاپیای تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۴ درصد (۰/۰۱± ۰/۸۶) و ۵ درصد (۰/۰۳± ۰/۹۳) لیستین سویا یکسان بود (Atar, *et al*., 2009). در این بررسی نیز گروه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۲ (۰/۰۱± ۰/۶۸) و ۳ (۰/۰۴± ۰/۶۵) درصد لیستین و گروه شاهد به طور معنی‌داری از یکدیگر در این خصوص اختلاف نشان ندادند (p>۰/۰۵)، اما این دو تیمار رفتار متفاوتی با تیمار تغذیه شده با جیره ۱٪ (۰/۰۱±۰/۴۹) لیستین سویا نشان دادند (p<۰/۰۵).

در مجموع بر اساس نتایج حاصل از این بررسی، مکمل شدن جیره‌های غذایی تاسماهیان ایرانی ۱/۹ گرمی با لیستین سویا می‌تواند منجر به بهبود برخی از شاخص‌های رشد گردد، هرچند که به نظر می‌رسد سطوح انتخاب شده لیستین در این بررسی در برخی از پارامترهای رشد به اندازه کافی برای بیان معنی‌دار بودن آن‌ها مناسب نبوده است. از سوی دیگر با افزایش لیستین سویا، کیفیت جیره‌های غذایی از نظر وجود اسیدهای چرب ضروری بهبود یافته و در نهایت تغذیه تاسماهیان با این جیره‌ها منجر به افزایش کیفیت شیمیایی بدن آن‌ها شده است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از ریاست و معاونت محترم انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان که امکان انجام چنین تحقیقی را در آن مرکز فراهم نمودند تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

1. Abdelghany, A. E., Ahmad, H. M., 2002. Effects of feeding rate on growth and production of Nile tilpia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. Aquaculture Research, Vol. 33, pp. 415-423.
2. ADM Specialty Ingredients, 2003. Lecithin in Aquaculture. P.O. Box 2, 1540 AA Koog aan de Zaan, Netherlands, feedingredients@ admworld.com.
3. 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 (*Oreochromis niloticus* L.) fry. Journal of Animal and Veterinary Advances Vol. 8, pp. 1678-1684.
4. Briggs, M. R. P., Jauncey, K., Brown, J. H., 1988. The cholesterol and lecithin requirements of juvenile prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) fed semi purified diets. Aquaculture, Vol. 70, pp.121-129.
5. Conklin, D. E., D'Abramo, L. R., Bordner, C. E., Baum, N. A., 1980. A successful purified diet for the culture of juvenile lobsters: The effect of lecithin. Aquaculture, Vol.21, pp. 243-249.
6. Craige, S. R., Gatlin, D. M. III., 1997. Growth and body composition of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*) fed diets containing lecithin and supplemental choline. Aquaculture, 151: 259-267.
7. D' Abramo, L. R., Bordner, C. E., Conklin, D. E., Baum, N. A., 1981. Essentiality of dietary phosphatidylcholine for the survival of juvenile lobseters. J.Nutr., Vol. 111, pp.425-431.
8. Ebrahimnezhadarabi, M., Saad, C. R., Harmin, S. A., Abdul Satar, M. K., Kenari, A. A., 2011. Effects of phospholipids in diet on growth of sturgeon fish (*Huso huso*) juveniles. Journal of Fisheries and Aquatic Science.Vol. 6(3), pp. 247-255.
9. Fontagne, S., Geurden, I., Escaffre, A. M., Bergot, P., 1998. Histological changes induced by dieraty phospholipids in intestine and liver of common carp (*Cyprinus carpio* L.) Larvae. Aquaculture, Vol.161, pp. 213-223.
10. Fontagne, S., Burtaire, L., Corraze, G., Bergot, P., 2000. Effects of medium chain triacylglycerols (tricaprylin and tricaproin) and phospholipid supply on survival, growth and lipid metabolism in common carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae. Aquaculture, Vol.190, pp. 289-303.
11. Furuita, H., Takeuchi, T., Watanabe, T., Fujimoto, H., Sekiya, S. , Imaizumi, K., 1996. Requirements for larval yellowtail for eicosapentaenoic, docosahexaenoic and n-3 highly unsaturated fatty acids. Fish.Sci., Vol. 62, pp. 372-379.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

12. Furuita, H., Takeuchi, T., Uemasu, K., 1998. Effects of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on growth, survival and brain development of larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceous*). Aquaculture, Vol., 161, pp. 269-279.
13. Furuita, H., Kooichi, K., Takeuchi, T., 1999. Effect of different levels of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in Artemia nauplii on growth, survival and salinity tolerance of larvae of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceous*. Aquaculture, Vol. 170, pp. 59-69.
14. Gisbert, E., Villeneuve, L., zambonino Infante, J. L., Quazuguel, P., Cahu, C. L., 2005. Dietary phospholipids are more efficient than neutral lipids for long-chain polyunsaturated fatty acid supply in European sea bass *Dicentrachus labrax* larval development. Lipids, Vol.40, pp. 1-11.
15. Gobley, T., 1874. Sur la lecithine et la cerebrine. Journal de Pharmacie et de Chimie, t20, pp. 98-103.
16. Harda, K., 1987. Relationships between structure feeding attraction activity of certain L-amino acids and lecithin in aquatic animals. Nippon Suisan Gakkaishi,Vol. 53, pp. 2243-2247.
17. Hilton, J. W., Harrison, K. E., Slinger, S. J., 1984. A semi-purified test diet for *Macrobrachium rosenbergii* and the lack of need for supplemental lecithin. Aquaculture,Vol. 37, pp. 209-215.
18. Hung, S. S. O., Morre, B. J., Bordner, C. E., Conte, F. S., 1987. Growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) fed different purified diets. J. Nutr., Vol. 117, pp. 328-334.
19. Hung, S., Lutes, P., 1988. A preliminary study on the non-essentiality of lecithin for hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquacalture, Vol. 68, pp. 353-360.
20. Hung, S., Fymn-aikins, F. K., Lutes, P. B., Xu, R. P., 1989a. Ability of juvenile White Sturgeon (*Acipenser transmotanus*) to utilize different carbohydrate sources. Journal of Nutr., Vol.119, pp. 727-733.
21. Hung, S., 1989. Choline requirement of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquacalture,Vol. 78, pp.183-194.
22. Hung, S., Lutes, P., Conte, F., Storebakken, T., 1989b. Growth and feed efficiency of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub-yearlings at different feeding rates. Aquaculture, Vol. 80, pp. 147-153.
23. Hung, S. S. O., Deng, D. F., 2002. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture; Sturgeon Acipenser spp. CAB Inter. Pub. Wallingford, UK, 418 p.
24. Izquierdo, M. S., Tandler, A., Salhi, M., Kolkovski, S., 2001. Influence of dietary polar lipids quantity and quality on ingestion and assimilation of labeled fatty acids by larval gilthead sea bream. Aquacult. Nutr. Vol. 6, pp. 153-160.
25. Kanazawa, A., Teshima, S., Tokiwa, M., Endo, M., Razek, F. A. A., 1979. Effects of short-necked clam phospholipids on the growth of prawn. Nippon Suisan Gakkaishi,Vol. 45, pp. 961-965.
26. Kean, J. C., Castell, J. D., Boghen, A. G., D 'Abramo, L. R., Conklin, D., 1985. A reevaluation of the lecithin and cholesterol requirements of juvenile lobster (*Homarus americanus*) using crab protein-based diets.Aquaculture, Vol.47, pp. 143-149.
27. Ketola, H. G., 1976. Choline metabolism and nutritional requirement of Lake trout (*Sulvelinus namaycush*). J. Anim.Sci., Vol. 43, pp. 474-477.
28. Ketola, H. G., Smith, C. E., Kindschi, G. A., 1989. Influence of diet and oxidative rancidity on fry of Atlantic and Coho Salmon. Aquaculture, Vol. 79, pp. 417-423.
29. Liu, J., Caballero, M. J., Izquierdo, M., El-Sayed Ali, T., Hernandez-Cruz, C. M., Valencia, A., Fernandez-Palacios, H., 2002. Necessity of dietary lecithin and eicosapentaenoic acid for growth, survival, stress resistance and lipoprotein formation in gilthead sea bream *Sparus aurata*. Fisheries Science, Vol. 68, pp. 1165-1172.
30. Lochmann, R., Brown, R., 1997. Soybean-Lecithin supplementation of practical diets for juvenile Goldfish (*Carassius auratus*). JAOCS, Vol.74, No.2, pp.149-152.
31. Pascual, F. P., 1986. Effects of supplemental lecithin and lipid sources on the growth and survival of *Penaeus monodon* juveniles. First Asian Fisheries Forum, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. http:// www.seafdec.org.ph/aboutAQD_awards.html.
32. Poston, H. A., 1991. Response of rainbow trout to soy lecithin, choline and autoclaved isolated soy protein. Fish-Cult., Vol. 53, pp. 85-90.
33. Ronyai, A., Peteri A., Radics, F., 1990. Cross breeding of sterlat and Lena River's sturgeon. Aquaculture,Vol, 6, pp.13-18.
34. Sener, E, Yildiz, M., Savas, E., 2005. Effects of dietary lipids on growth and fatty acid composition in Russian Sturgeon (*Acipenser*

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]

gueldenstaedti) juveniles. Turk H. Vet. Anim. Sci. Vol.29, pp. 1101-1107.

35. Thompson, K. R., Muzinic, L. A., Christian, T. D., Webster, C. D., Manomaitis, L., Rouse, D. B., 2003. Lecithin requirements of juvenile Australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. Aquaculture Nutrition, Vol. 9, pp. 223-230.
36. Watanabe, T., Izquierdo, M. S., Takeuchi, T., Satoch, S., Kitajima, C., 1989. Comparison between eicopentaneoic and docosahexaenoic acids in terms of essential fatty acids efficacy in larval red sea bream. Nippon Suisan Gakkaishi, Vol. 55, No.9, pp. 1635-1640.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.2.1]