(DOI): 10.22092/ISFJ.2026.135412 35(1) 49-59 Iranian Scientific Fisheries Journal

Effect of bile salt supplementation on growth performance, feed efficiency and some plasma biochemical indices in Asian sea bass (*Lates calcarifer*) juveniles

Torfi Mozanzadeh M.[1*]; Nazem Roaya S.[1]; Hekmatpour F.[1]; Ghaedi A.R.[2]; Kazempour R.[3], Mohseni Nejad L.[1]; Houshmand H.[1]; Zabayeh Najafabadi M.[1]; Saghavi H.[1]; Yooneszadeh Fashalami M.[1]; Ahangarzadeh M.[1]; Oosooli A.[1]; Ananati R.[1]; Sadeghpanah M.[1]; Mehrjooyan Sh.[1]

*Mansour.torfi@gmail.com

1-Aquaculture Research Center -South of Iran, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension, Ahwaz, Iran.
2-Department of Animal Science and Aquaculture Research, Chaharmahal Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran
3-Veterinary department, The Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Received: October 2025 Accepted: December 2025 Published: May 2026

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Introduction

The Asian sea bass, *Lates calcarifer*, is a carnivorous and marketable fish, with economic value in sea cages in the Persian Gulf and the Makran Sea. The culture yield of this species in the country by 2022 was about 6000 tons, and its production rate in the world is more than 120,000 tons (FAO, 2024; Mozanzadeh *et al.,* 2022). The best levels of protein and fat in the diet for feeding the fattening stage of this species are 45-48 and 12-15 percent, respectively (Williams *et al.,* 2003). Currently, one of the strategies for preventing and treating fatty liver in fish is mainly based on feed additives, including bile acids (Romano *et al.,* 2020). Bile acids are defined as sterol compounds with hydrophilic and hydrophobic properties (Romano *et al.,* 2020), playing an important role in the digestion and absorption of dietary fats by helping to suspend fats in the digestive tract and increasing the activity of bile salt-activated lipase (Romano *et al.,* 2020). Accordingly, a feeding trial was designed to investigate the potential of using bile acids (supplemented with Runeon 1) in formulated diets of juvenile Asian sea bass and the effect on growth performance and feed efficiency.

Methodology

A 120-day study was conducted to investigate the effects of bile salt supplementation on growth performance, feed conversion ratio and some health indices of *L. calcarifer* with an average initial weight of 182±0.5 g. The basal diet (44% protein and 15% fat) was supplemented with bile salt supplements (Ronion 1, 30% purity) at concentrations of zero (control), 400 (BA400), 800 (BA800), 1200 (BA1200) and 1600 (BA1600) mg/kg. Two

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]

hundred and twenty-five fish were stored in 15 1000-liter cylindrical polyethylene tanks (15 fish per tank) and fed the experimental diets to satiety for 120 days. The average water temperature during the period was 30.5±1.2°C and the water salinity was 46±0.2 g/L. Growth parameters, including final weight, weight gain, specific growth rate and feed conversion ratio were determined. In addition, serum biochemical and immunological factors also were evaluated.

Results

Fish in the BA800 treatment had higher final weight, body weight gain percentage and specific growth rate than the control and BA400 groups (p<0.05, Table 1), but there was no significant difference with the BA1200 and BA1600 treatments. Feed conversion ratio in the BA800 and BA1200 treatments were lower than the other treatments. Liver enzymes alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase were significantly lower in the BA800 treatment compared to the other treatments (p<0.05). Serum glucose levels in the BA400 and BA1600 treatments had the lowest and highest levels, respectively, and the other groups had intermediate numbers. Serum lysozyme levels in the BA800 treatment were higher than those in the control, BA1200, and BA1600 groups, but were not significantly different from those in the BA400 treatment (p<0.05). There was no significant difference in serum complement activity levels among the experimental treatments. Antiprotease activity levels in the bile acid-fed treatments were significantly higher than those in the control group.

Discussion and conclusion

The use of bile acid supplements in formulated diets has improved the growth of many farmed aquatic species (Wang *et al.,* 2023). The results of the present study showed that adding 800 mg/kg of bile salts to the diet of Asian sea bass increased growth by improving feed conversion ratio in this species. Appropriate levels of bile acids increase the digestibility and absorption of fats by increasing the efficiency of nutrient absorption and activating digestive enzymes, especially lipases in the intestine, and by improving the efficiency of the diet, they lead to increased growth in aquatic animals (Romano *et al.,* 2020). However, excessive and inappropriate levels of bile acids may have toxic effects on cells and lead to reduced growth and feed conversion ratio, and the level of this level varies depending on the type of farmed species (Romano *et al.,* 2020). This supplement also has positive effects on liver health by reducing liver enzyme levels and improving non-specific immunity by increasing serum lysozyme and antitrypsin activity. However, adding high levels of bile acids (1600 mg/kg) to the diet will reduce growth, feed conversion ratio, and increase liver enzymes and serum glucose. Based on the results obtained in this study, adding 800 mg of bile salts per kilogram of diet increased growth, decreased serum liver enzymes, and increased serum lysozyme and antitrypsin enzyme activity levels.

Conflict of interest

We wish to confirm that there are no known conflicts of interest associated with this study.

Acknowledgements

The authors of this article would like to thank and appreciate the efforts of Mr. Moghaddis Zadeh and Mr. Pazhand from the Bandar Imam Khomeini Marine Fish Research Station for maintaining the fish.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]

مجله علمی شیلات ایران

(DOI): 10.22092/ISFJ.2026.135412 ۳۵ (۱) ۴۹-۵۹ مجله علمی شیلات ایران

مقاله علمی -پژوهشی:

اثر مکمل نمک‌های صفراوی بر عملکرد رشد، تغذیه و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما در ماهی باس دریایی آسیایی جوان (*Lates calcarifer*)

منصور طرفی موزان‌زاده[1*]، سمیرا ناظم رعایا[1]، فاطمه حکمت‌پور[1]، علیرضا قائدی[2]، رضا کاظم‌پور[3]، لفته محسنی‌نژاد[1]، حسین هوشمند[1]، مجتبی ذبایح نجف‌آبادی[1]،حمید سقاوی[1] ، محمد یونس‌زاده فشالمی[1]، مینا آهنگرزاده[1]، عبدالرحیم اصولی[1]، راضیه عناناتی[1]، مصطفی صادقی‌پناه[1]، شاپور مهرجویان[1]

*Mansour.torfi@gmail.com

۱-پژوهشکده آبزی‌پروری جنوب کشور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۲ -بخش تحقیقات علوم دامی و شیلات، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترو یج،کشاورزی، شهرکرد، ایران

۳- دانشکده دامپزشکی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۴ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۴ تاریخ چاپ: اردیبهشت ۱۴۰۵

چکیده

مطالعه‌ای به مدت ۱۲۰ روز جهت ارزیابی اثرات مکمل نمک‌های صفراوی بر عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی و برخی از شاخص‌های فیزیولوژی ماهی باس دریایی (*Lates calcarifer*) با متوسط وزن اولیه ۰/۵±۱۸۲ گرم انجام شد. به جیره پایه (پروتئین ۴۴ درصد و چربی ۱۵ درصد) غلظت‌های صفر (کنترل)، (BA400) ۴۰۰، (BA800) ۸۰۰، (BA1200) ۱۲۰۰و (BA1600) ۱۶۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم مکمل نمک‌های صفراوی (رونئون، ۳۰ درصد) اضافه شد. ۲۵۵ عدد ماهی در ۱۵ عدد مخزن پلی اتیلنی ۱۰۰۰ لیتری استوانه ای ذخیره سازی شدند و به مدت ۱۲۰ روز با جیره های آزمایشی تا حد سیری (۲ درصد وزن بدن)، تغذیه شدند. ماهیان در تیمار BA800 دارای وزن نهایی بیشتری نسبت به گروه های کنترل و BA400 بودند (p<۰/۰۵). آنزیم‌های سرمی آلانین و آسپارتات آمینو ترانسفراز در تیمار BA800 در مقایسه با سایر تیمار، به طور معنی‌داری کمتر بودند (p<۰/۰۵). سطح گلوکز سرم در تیمار BA400 و BA1600 به‌ترتیب دارای کمترین (۸۴/۱ میلی گرم در میلی‌لیتر) و بیشترین (۲۴۳/۱ میلی گرم در میلی‌لیتر) سطوح بودند. میزان لایزوزیم سرم در تیمار BA800 بیشتر از گروه‌های کنترل، BA1200 و BA1600 بود (p<۰/۰۵). بر اساس نتایج حاصله در مطالعه حاضر، افزودن ۸۰۰ میلی گرم نمک‌های صفراوی بر کیلوگرم جیره غذایی نه تنها سبب افزایش رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی بلکه سبب بهبود شاخص‌های فیزیولوژی در ماهی باس دریایی آسیایی گردید.

لغات کلیدی: اسیدصفراوی، کارایی رشد، بازده تغذیه، شاخص های سلامت، باس دریایی آسیایی

*نویسنده مسئول

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]

مقدمه

گونه ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*)، ماهی گوشتخوار و بازارپسند، با ارزش اقتصادی در قفس‌های دریایی در خلیج فارس و دریای مکران است. میزان پرورش این گونه تا سال ۱۴۰۲ در کشور حدود ۶۰۰۰ تن و در دنیا بیش از ۱۲۰۰۰۰ هزار تن بوده است (Mozanzadeh *et al.,* 2022; FAO, 2024). این گونه به عنوان گونه‌ای منتخب برای توسعه پرورش ماهیان دریایی در قفس در آبهای جنوب ایران به دلیل سازگاری بسیار بالای آن با شرایط اسارت، پرورش در سیستم‌های پرورش با شوری‌های مختلف، مقاومت به شوری و دمای بالا و هماوری بسیار بالا در تکثیر، سرعت رشد بالا و ضریب تبدیل غذایی بهینه، مطرح است (Mozanzadeh *et al.,* 2022). پروتئین پرهزینه‌ترین جزء خوراک آبزیان گوشتخوار است. در سال‌های اخیر، شواهد حاکی از کمبود و افزایش قیمت منابع پروتئینی در خوراک فرموله شده آبزیان گوشتخوار با توسعه سریع صنعت آبزی‌پروری است (Liu *et al.,* 2014). بهترین میزان سطح پروتئین و چربی جیره غذایی برای تغذیه مرحله پرواری این گونه به‌ترتیب ۴۸-۴۵ و ۱۵-۱۲ درصد گزارش شده است (Williams *et al.,* 2003).

در حال حاضر، جیره‌های غذایی فرموله و تولیدی در کشور برای این گونه دارای سطح چربی بالا (۱۸-۱۵ درصد)، اما سطح پروتئین کمتر از حد نیاز (۴۴-۴۰ درصد) است که نیازهای تغذیه آن را به طور کامل تأمین نمی‌کند. این مسئله ممکن است باعث رسوب چربی در بافت‌ها، تجمع شدید چربی در کبد، آسیب کبدی، پراکسیداسیون چربی بافتی، پاسخ التهابی، اختلالات متابولیک در ماهی و در نهایت باعث کاهش اشتها و کندی رشد ماهی شود (Wang *et al.,* 2016; Jing *et al.,* 2017). در حال حاضر، از جمله راهکارهای پیشگیری و درمان کبد چرب در ماهیان عمدتاً بر اساس مواد افزودنی خوراک از جمله اسیدصفراوی است. اسیدهای صفراوی به عنوان ترکیبات استرولی با خاصیت آب‌دوستی و آب‌گریزی تعریف می‌شوند، نقش مهمی در هضم و جذب چربی‌های خوراک با کمک به امولسیفیه کردن چربی‌ها در ماده هضمی در روده و افزایش فعالیت لیپاز فعال شده با نمک صفراوی، دارند (Romano *et al.,* 2020). در ماهی شانک سیاه (*Acanthopagrus schlegelii*) با افزودن ۲۰۰ میلی گرم برکیلوگرم خوراک اسیدصفراوی سبب افزایش وزن بدن و کاهش چربی لاشه شد (Jin *et al.,* 2019). در سایر تحقیقات، افزودن مکمل اسیدصفراوی به خوراک از کاهش رشد، کاهش قابلیت هضم چربی، کاهش سطح اسیدصفراوی و تغییر ساختاری بافت روده و کبد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با کنجاله سویا جلوگیری کرد (Yamamoto *et al.,* 2007; Iwashita *et al.,* 2008, 2009). تحقیقات حاکی از آن است که اسیدهای صفراوی می‌توانند به طور موثر بیان لیپوپروتئین با چگالی کم را افزایش دهند، متابولیسم چربی را بهبود بخشند و رسوب تری‌گلیسرید را در ماهی گونه *Schizothorax prenanti* کاهش دهند (Zheng *et al.,* 2016). علاوه‌براین، اسیدهای صفراوی می‌توانند جذب چربی را افزایش دهند، متابولیسم چربی‌ها را بهبود بخشند و اثر آنتی اکسیدانی خاصی بر گونه *Scophthalmus maximus*، داشته باشند (Li *et al.,* 2008). تحقیقات افزایش رشد، کاهش چربی بافت کبد ماهی توربوت (*S. maximus*) را در صورت افزودن مکمل اسیدصفراوی در خوراک، گزارش کردند (Sun *et al.,* 2014).

بر اساس مطالعات انجام شده، اسیدهای صفراوی با افزایش کارایی هضم چربی‌ها، سبب افزایش رشد و کاهش تجمع چربی در کبد و بهبود سلامت کبد در ماهیان می‌شوند (Romano *et al.,* 2020). بر این اساس یک آزمایش تغذیه‌ای برای بررسی پتانسیل استفاده از اسیدهای صفراوی (مکمل رونئون ۱) در خوراک فرموله شده و تأثیر بر کارایی رشد، بازده تغذیه و برخی شاخص‌های فیزیولوژی مرحله جوانی باس دریایی آسیایی طراحی شد.

مواد و روش کار

تهیه جیره‌های غذایی آزمایشی

جیره آزمایشی از شرکت ۲۱ بیضا (شیراز، ایران) دارای پروتئین ۴۴ درصد و سطح چربی ۱۵ درصد تهیه شد. جیره‌ی شاهد (Control) بدون افزودنی اسید صفراوی مد نظر قرار گرفت و به جیره های ۲، ۳، ۴ و ۵ به غلظت‌های

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]

صفر (کنترل)، (BA400)۴۰۰، (BA800)۸۰۰، (BA1200) ۱۲۰۰و (BA1600) ۱۶۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم مکمل رونئون ۱ (۳۰ درصد) (Lachance, China) ابتدا در آب مقطر حل شده و به صورت اسپری اضافه شده و پس از خشک شدن با روغن سویا (۱ درصد) پوشانده شد (Hekmatpour *et al.*, 2025).

اجرای تیمارهای تغذیه‌ای

این پروژه در در ایستگاه تحقیقات ماهیان دریایی بندر امام خمینی (ره) (بندر امام خمینی، ایران) انجام شد. ماهیان در مخازن ۱۰۰۰ لیتری با شرایط یکسان و تغذیه دو بار در روز با جیره غذایی پایه جهت سازگاری با سیستم آزمایشی قبل از شروع آزمایش نگهداری شدند. ۲۵۵ عدد ماهی با متوسط وزن اولیه ۱۸۲±۰/۵ گرم در ۱۵ عدد مخزن پلی اتیلنی ۱۰۰۰ لیتری استوانه‌ای (۱۵ عدد ماهی در هر مخزن) ذخیره‌سازی شدند و به مدت ۱۲۰ روز با جیره‌های آزمایشی تا حد سیری (تا زمانی که غذاگیری ماهی متوقف شود و غذایی کف مخزن نماند)، در ساعات ۹ صبح و ۱۵ بعد ظهر تغذیه شدند. سیستم پرورش به صورت آب جاری با دبی ۱ لیتر در دقیقه بود. متوسط دمای آب در طول دوره ۳۰/۱±۵/۲ درجه سانتی‌گراد، شوری آب ۴۶±۰/۲ گرم (خور موسی، خوزستان، ایران) در لیتر، اکسیژن محلول ۶/۸±۰/۴ میلی گرم در لیتر و اسیدیته آب ۸/۲±۰/۱ بود. دوره نوری به صورت مصنوعی به صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود. در هر مخزن یک سنگ هوا برای هوادهی قرار داده شد.

نمونه‌برداری

پس از پایان دوره پرورش، ماهیان به مدت یک روز غذادهی نشدند. سپس ماهیان با ماده ۲-فنوکسی اتانول به میزان ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیهوش شدند و به صورت انفرادی مورد زیست سنجی قرار گرفتند. خون‌گیری از ورید ساقه دمی با استفاده از سرنگ غیر هپارینه (گیج ۲۳) صورت گرفت. از هر تیمار تغذیه‌ای شش ماهی به صورت تصادفی انتخاب می‌شود. از هر ماهی به طور انفرادی ۱۰۰۰ میکرولیتر خون استحصال گردید. خون داخل سرنگ به آرامی به درون میکروتیوب تخلیه گردید. میکروتیوب برای تهیه سرم در سانتریفیوژ قرار گرفت. برای بررسی میزان عملکرد رشد و کارایی تغذیه‌ای جیره‌های غذایی آزمایشی در ماهیان در انتهای دوره آزمایش، از فرمول‌های: درصد وزن گیری (WG %)، نرخ رشد ویژه (SGR)، میزان بقاء (SR)، شاخص چاقی و ضریب تبدیل غذایی (FCR)، استفاده شد (Mozanzadeh *et al.*, 2022).

سنجش شاخص‌های رشد و بقاء

درصد وزن گیری $WG\ (\%) = (Wt-W0)\ /W0 \times 100$

نرخ رشد ویژه $SGR\ (\%/\ day) = 100 \times (LnWt-LnW0)/t$

میزان بقاء $SR\ (\%)=100\times Nt/N0$

ضریب تبدیل غذایی $FCR=I/(Wt-W0)$

Wt: وزن نهایی، W0: وزن اولیه، Nt: تعداد نهایی ماهیان، N0: تعداد اولیه و I مقدار غذای خورده شده

شاخص‌های بیوشیمیایی سرم

فراسنجه‌های بیوشمیایی سرم از جمله محتوای آنزیم های کبدی آلانین آمینو ترانسفراز، آسپارتات آمینوترانسفراز، گلوکز، پروتئین کل و آلبومین، به‌وسیله اتوآنالایزر (Technicon RA-1000, Technicon, Instruments New York, NY,USA) با استفاده از کیت تجاری (بایورکس، شیراز) سنجش شد.

برای بررسی فعالیت کمپلمان مسیر فرعی ۵۰ میکرولیتر از سرم فعال و غیرفعال شده زمان‌های مختلف در میکروتیوب استریل به صورت جداگانه ریخته شده و سپس ۳۵۰

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]

میکرولیتر از ترکیب PBS حاوی Ca^{2+}و Mg^{2+} در هر میکروتیوب ریخته شد و در نهایت ۱۰۰ میکرولیتر از گلبول قرمز ۵ درصد شسته شده خرگوش به هر میکروتیوب اضافه و میکروتیوب‌ها به مدت ۴۵ دقیقه در انکوباتور ۳۷ درجه قرار گرفت. در ادامه میکروتیوب‌ها سانتریفیوژ و ۱۰۰ میکرولیتر از مایع رویی هر میکروتیوب جمع‌آوری و در پلیت ۹۶ خانه‌ای ریخته شد به‌طوری‌که در یک ستون سرم فعال یک زمان خاص و در ستون کناری آن سرم غیرفعال همان زمان در گودهها ریخته شود. این عمل برای تمامی سرم‌ها و تمامی زمان‌ها انجام گرفت و در نهایت در طول موج ۴۵۰ نانومتر جذب نوری قرائت شد (Leiro *et al.*, 2004).

برای اندازه‌گیری میزان فعالیت لایزوزیم سرم از روش کدورت‌سنجی استفاده شد. ابتدا ۱۵ میکرولیتر سرم با ۱۳۵ میکرولیتر از سوسپانسیون ۰/۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر باکتری *Micrococcus lysodeikticus* (Sigma, USA) در بافر ۰/۰۲ مولار سدیم سیترات (pH= ۵/۸) در گودههای میکروپلیت تخت مخلوط شده و جذب نوری آن در دمای اتاق در زمان‌های صفر و ۶ دقیقه بعد از مخلوط‌سازی در طول موج ۴۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان فعالیت لایزوزیم سرم با توجه به منحنی استاندارد مربوط به لایزوزیم سفیده تخم مرغ سیگما تعیین گردید (Ellis, 1990).

برای ارزیابی فعالیت آنتی تریپسین سرم مطابق با روش Mohammadian و همکاران (۲۰۱۸) میزان ۱۰ میکرولیتر از سرم به ۱۰۰ میکرولیتر از محلول HCl-Tris (۵۰ میلی مولار با pH =۸/۲ محتوی ۲۰ میلی گرم تریپسین) اضافه شد. در نمونه کنترل، ۱۰ میکرولیتر از سرم به ۱۰۰ میکرولیتر از محلول HCl-Tris اضافه شد و در نمونه کنترل مثبت، محلول HCl-Tris محتوی ۲۰ میلی‌گرم تریپسین فاقد پلاسما بود. نمونه‌ها با افزودن HCl-Tris به حجم ۲۰۰ میکرولیتر رسانده شدند و یک ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند. پس از آن ۲ میلی لیتر از سوبسترا BAPNANa[1] با غلظت ۰/۱ میلی مولار در HCl-Tris و محتوی ۲۰ میلی مولار کلرید کلسیم به همه نمونه‌ها اضافه شد. پس از پانزده دقیقه، باافزودن ۵۰۰ میکرولیتر از اسید استیک ۳۰ درصد، واکنش متوقف شده و جذب نوری در طول موج ۴۱۰ نانومتر اندازه گیری شد. درصد ممانعت از تریپسین با محاسبه تفاضل طول موج نمونه کنترل مثبت فاقد سرم از هر نمونه، تقسیم بر نمونه کنترل مثبت فاقد سرم محاسبه گردید.

روش تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی متعادل بررسی شد. آنالیز واریانس یک طرفه جهت بررسی اختلاف بین میانگین متغیرها درون تیمارها انجام گردید. برای انجام ANOVA، داده‌ها از نظر توزیع نرمال داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت و به صورت میانگین ± خطای استاندارد گزارش شد. نرمال بودن داده‌ها با تست Shapiro-Wilk بررسی شد و در صورت مشاهده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ در آزمون ANOVA از آزمون چند دامنه‌ای توکی برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. داده‌های حاصل از آزمایش‌های مختلف با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ (IBM, SPSS, USA) پردازش شد.

نتایج

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، تیمارهای غذایی اثر منفی بر شاخص بازماندگی ماهی باس دریایی آسیایی نداشتند (جدول ۱). ماهیان در تیمار BA800 دارای وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه بیشتری نسبت به گروه‌های کنترل و BA400 بودند ($p<۰/۰۵$) ولی با تیمارهای BA1200 و BA1600 اختلاف معنی‌داری نداشتند. اعداد ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای BA800 و BA1200 کمتر از سایر تیمارها بود ($p<۰/۰۵$). تفاوت معنی‌داری بین میزان تغذیه ماهیان در بین گروه‌ها وجود نداشت.

نتایج شاخص‌های بیوشیمیایی سرم در جدول ۲ ارائه شده است. آنزیم‌های کبدی آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینو ترانسفراز در تیمار BA800 در مقایسه با سایر تیمار به طور معنی‌داری کمتر بودند ($p<۰/۰۵$). سطح گلوکز پلاسما در تیمار BA400 و BA1600 به‌ترتیب کمترین و بیشترین سطوح و سایر گروه‌ها دارای اعداد حد واسط بودند.

[1] benzoyl- DL-arginine- p- nitroanilide HCL

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]

جدول ۱: عملکرد رشد ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) تغذیه شده با سطوح مختلف نمک‌های صفراوی به مدت ۱۲۰ روز. داده ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد نمایش داده شده‌اند (n = 3).

Table 1: Growth performance of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fed various levels of dietary bile acid for 120 days. Data presented as mean ± standard error (n = 3).

	Treatments				
	Control	**BA400**	**BA800**	**BA1200**	**BA1600**
IBW (g)	184.0 ± 0.6	183.5 ± 0.9	185.5 ± 0.9	182.8 ± 0.1	183.4 ± 0.9
FBW (g)	548.0 ± 5.9^{ab}	546.5 ± 6.6^{ab}	560.9 ± 1.4^{a}	536.7 ± 4.3^{b}	541.7 ± 1.4^{b}
WG (%)	197.9 ± 2.3^{ab}	197.8 ± 2.2^{ab}	202.4 ± 0.6^{a}	195.6 ± 1.9^{b}	195.4 ± 2.3^{b}
SGR (%/ day)	0.91 ± 0.0^{ab}	0.91 ± 0.0^{ab}	0.92 ± 0.0^{a}	0.9 ± 0.0^{b}	0.9 ± 0.0^{b}
FI (g / fish)^{5}	469.0 ± 0.7	476.4 ± 0.7	475.8 ± 2.2	486.8 ± 2.4	474.6 ± 2.8
FCR	1.03 ± 0.0^{a}	1.08 ± 0.0^{b}	1.02 ± 0.0^{a}	1.08 ± 0.0^{b}	1.07 ± 0.0^{b}
Survival (%)	100 ± 0.0	100 ± 0.0	100 ± 0.0	100 ± 0.0	100 ± 0.0

وزن اولیه، وزن نهایی، افزایش وزن، رشد ویژه، میزان تغذیه، ضریب تبدیل غذایی

Abbreviations: IBW: initial body weight; FBW: final body weight; WG: weight gain; SGR: specific growth weight; FI: feed intake; FCR: feed conversion ratio

جدول ۲: شاخص‌های بیوشیمیایی سرم در ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) تغذیه شده با سطوح مختلف نمک‌های صفراوی به مدت ۱۲۰ روز. داده ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد نمایش داده شده اند (n = 6).

Table 2: Serum biochemical parameters in Asian seabass (*Lates calcarifer*) fed various levels of dietary bile acid for 120 days. Data presented as mean ± standard error (n = 6).

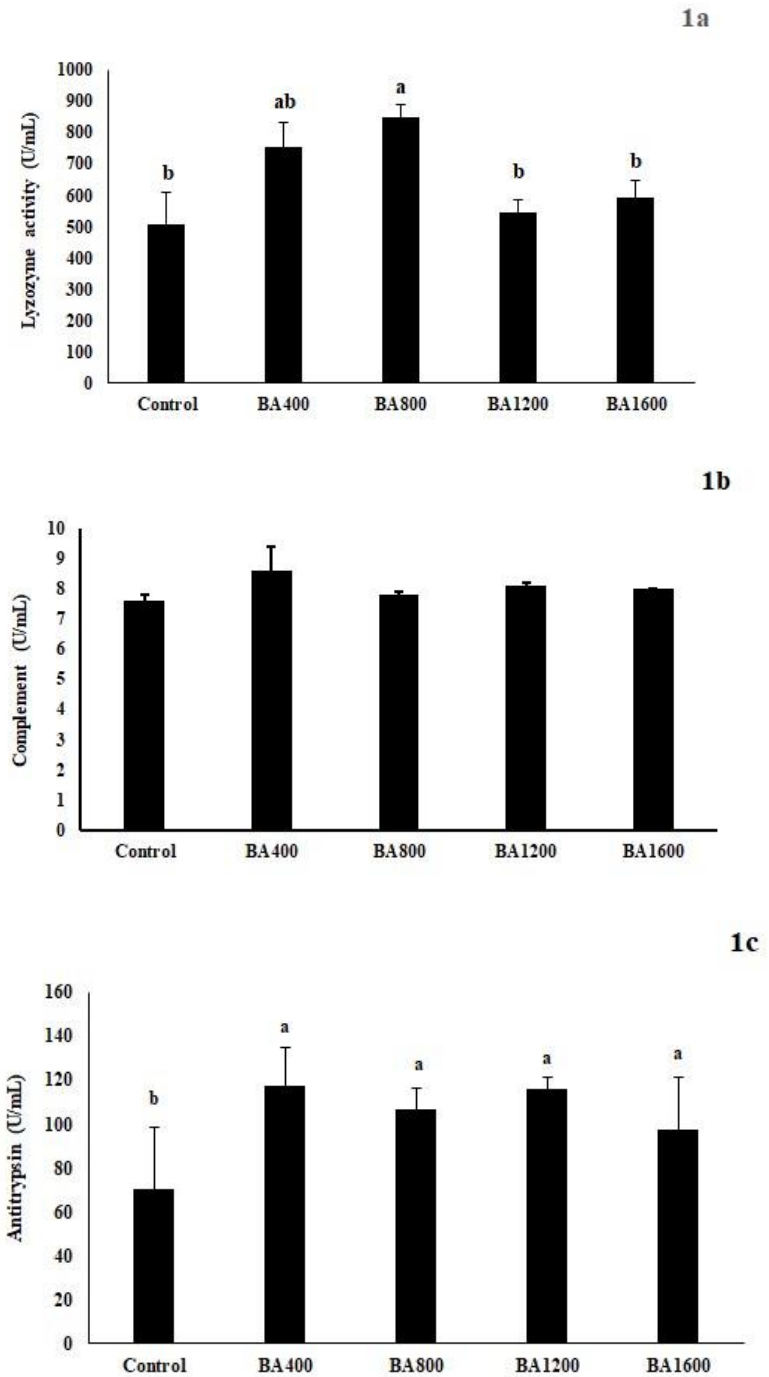
	Treatments				
	Control	**BA400**	**BA800**	**BA1200**	**BA1600**
ALT (U/L)	72.0 ± 6.4^{b}	91.6 ± 2.0^{a}	49.0 ± 9.9^{c}	95.4 ± 2.9^{a}	55.6 ± 1.3^{bc}
AST (U/L)	63.2 ± 5.4^{b}	68.4 ± 4.5^{b}	24.8 ± 2.8^{c}	70.6 ± 12.3^{b}	104.5 ± 10.3^{a}
GLU (mg/dL)	154.9 ± 13.9^{b}	84.1 ± 5.5^{c}	167.3 ± 16.6^{b}	134.2 ± 16.7^{b}	243.1 ± 23.1^{a}
TP (g/dL)	4.6 ± 0.2	4.5 ± 0.4	4.8 ± 0.4	4.2 ± 0.1	4.6 ± 0.3
ALB (g/dL)	1.0 ± 0.0	1.1 ± 0.1	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.0
GLOB (g/dL)	3.6 ± 0.2	3.3 ± 0.3	3.8 ± 0.4	3.2 ± 0.2	3.6 ± 0.2

آلانین آمینوترانسفراز، آسپارتات آمینوترانسفراز، گلوکز، پروئین کل، آلبومین، گلوبولین

Abbreviations: ALT, alanine aminotransferase; AST, aspartate aminotransferase; GLU, glucose; TP, total protein; ALB, albumin; GLOB, globulin

اختلاف معنی‌داری در میزان پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین پلاسما در بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. میزان لایزوزیم پلاسما (شکل ۱a) در تیمار BA800 بیشتر از گروه‌های کنترل، BA1200 و BA1600 بود اما با تیمار معنی‌داری در سطح فعالیت کمپلمان پلاسما (شکل ۱b) در بین تیمار های آزمایشی وجود نداشت. میزان فعالیت آنتی‌پروتئاز (شکل ۱c) در تیمار های تغذیه شده با اسیدهای صفراوی به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p<۰/۰۵$).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]



شکل ۱: فعالیت آنزیم‌های لایزوزیم (1a)، کمپلمان (1b) و آنتی پروتئاز (1c) را در سرم ماهی باس دریایی آسیایی تغذیه شده با سطوح مختلف نمک‌های صفراوی به مدت ۱۲۰ روز. داده ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد نمایش داده شده‌اند (n = 6).

Figure 1: Lysozyme (1a), complement (1b) and antitrypsin (1c) activities in serum of Asian seabass fed various levels of dietary bile acid for 120 days. Data presented as mean ± standard error (n = 6).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]

بحث

مطالعات متعدد بر انواع ماهیان پرورشی نشان داده است که افزودن اسید های صفراوی در جیره ی غذایی سبب بهبود رشد، تنظیم متابولیسم انرژی و سلامت آبزی می گردد (Wang *et al.*, 2023). نتایج مطالعه حاضر نشان داد، افزودن ۸۰۰ میلی‌گرم بر کیلو گرم نمک‌های صفراوی در جیره‌ی غذایی ماهی باس دریایی آسیایی سبب افزایش رشد با بهبود ضریب تبدیل غذایی در این گونه شده است. با وجود این، افزایش سطح نمک‌های صفراوی به غلظت‌های ۱۲۰۰ و ۱۶۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم تا حدی سبب کاهش رشد در این گونه گردید. استفاده از مکمل اسیدهای صفراوی در جیره‌های غذایی فرموله سبب بهبود رشد بسیاری از گونه‌های آبزی پرورشی شده است (Wang *et al.*, 2023). در این زمینه، Lei و همکاران (۲۰۲۳) گزارش نمودند که افزودن ۲۵۰ میلی‌گرم اسید صفراوی (خلوص ۹۵ درصد) سبب افزایش رشد و ضریب تبدیل غذایی در مار ماهی *Monopterus albus* تغذیه شده با جیره حاوی سطح بالای چربی شده است. به‌علاوه، محققان این تحقیق گزارش نمودند که افزایش سطح اسید صفراوی به ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اثر منفی بر رشد و ضریب تبدیل غذایی این گونه داشته است. همچنین Hoseini و همکاران (۲۰۲۴) گزارش کردند که افزودن نمک‌های صفراوی (رونئون ۱، خلوص ۳۰ درصد) به میزان ۹۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم سبب افزایش رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) شده است، اما اثری بر ضریب تبدیل غذایی این گونه نداشته است. در تیلاپیای نیل (*O. niloticus*) افزودن اسیدهای صفراوی به میزان ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم سبب افزایش رشد شده که با بهبود میزان تغذیه، ضریب تبدیل غذایی و پروتئین جیره غذایی همراه بوده است. با وجود این، سطوح ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم به طور معنی‌داری رشد این گونه را کاهش داده است (Marzouk *et al.*, 2025). به‌علاوه، Wang و همکاران (۲۰۲۲) گزارش نمودند که افزودن ۹۰۰ میلی‌گرم اسید صفراوی (خلوص ۹۹ درصد) سبب افزایش رشد در گونه گوشتخوار کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus semilaevis*) شده است. سطح مناسب اسیدهای صفراوی با افزایش کارایی جذب مواد مغذی و فعال کردن آنزیم‌های گوارشی به‌خصوص لیپازها در روده سبب افزایش قابلیت هضم و جذب چربی‌ها شده است و با بهبود کارایی جیره غذایی منجر به افزایش رشد در آبزیان می‌شوند. ولی سطح بیش از حد و نامناسب اسیدهای صفراوی ممکن است اثرات سمی بر سلول داشته باشد و منجر به کاهش رشد و ضریب تبدیل غذایی شود و میزان این سطح با توجه به نوع گونه پرورشی متفاوت است (Romano *et al.*, 2020). در همین زمینه، گزارش شده است که نمک‌های صفراوی با خلوص کم به دلیل آبگریزی بیشتر و قدرت کمتر در ایجاد امولسیون باعث ایجاد سمیت سلولی و حتی اثر منفی بر طعم غذا می‌شوند (Kortner *et al.*, 2016). در مطالعه حاضر، افزودن ۸۰۰ میلی‌گرم اسید صفراوی در جیره غذایی سبب کاهش سطح آنزیم‌های کبدی آلانین و آسپارتات آمینو ترانسفراز شده، اما سطوح بالاتر تا حدی مقدار این آنزیم‌ها را در سرم افزایش داده است. این نتایج نشان می‌دهند که سطح مناسب اسیدهای صفراوی سبب بهبود سلامت و عملکرد کبد در ماهی باس دریایی آسیایی شده‌اند، اما سطوح بالاتر ممکن است سبب آسیب کبدی شوند و تا حدی اثر منفی بر رشد داشته باشند. در مطالعه‌ای بر ماهی کفشک زبان گاوی، افزایش سطح اسیدهای صفراوی در جیره غذایی با کاهش سطح AST و ALT در بافت کبد همراه بوده است (Wang *et al.*, 2022). همچنین در ماهی کفال (*Liza ramada*) تغذیه شده با جیره پایه پروتئین گیاهی افزودن اسیدهای صفراوی (۱۰۰-۳۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به طور چشمگیری سبب کاهش میزان AST و ALT سرم شده است (Abdel-Tawwab *et al.*, 2023). در مطالعه‌ای بر ماهی باس دهان بزرگ (*Micropterus salmoides*)، Yu و همکاران (۲۰۱۹) گزارش نمودند که افزودن اسیدهای صفراوی تا ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، میزان ALT سرم را کاهش داده، ولی AST را افزایش داده است. در مطالعه حاضر، میزان گلوکز سرم در تیمار تغذیه شده با جیره حاوی ۱۶۰۰ میلی‌گرم اسید صفراوی بر کیلوگرم بسیار افزایش یافته است که ممکن است به دلیل تغییر در متابولیسم و تجزیه

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]

گلیکوژن و گلوکونئوژنز در این گروه باشد. بر خلاف این نتایج، مطالعات بر ماهی قزل آلای رنگین‌کمان (Hoseini *et al.,* 2024) و باس دهان بزرگ (Yu *et al.,* 2019) نشان داد که افزودن اسیدهای صفراوی به جیره غذایی، اثری بر سطح گلوکز سرم نداشته است. در مطالعه حاضر، میزان پروتئین، آلبومین و گلوبولین سرم تحت تأثیر تیمارهای غذایی قرار نگرفت که مشابه تحقیق انجام شده بر ماهی شانک سیاه تغذیه شده با ۲۰۰ میلی گرم اسید صفراوی است (Jin *et al.,* 2019) درحالی که در تحقیقات انجام شده مقدار این شاخص‌ها در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Hoseini *et al.,* 2024)، باس دهان بزرگ (Yu *et al.,* 2019) و تیلاپیای نیل (Marzouk *et al.,* 2025) افزایش یافته است. این نتایج نشان می‌دهد، تغییرات در برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم در پاسخ به افزودن اسیدهای صفراوی به جیره غذایی به گونه آبزی، ترکیبات جیره‌ی غذایی و شرایط پرورش بستگی دارد. در مطالعه حاضر، میزان فعالیت لایزوزیم سرم در تیمار BA800 و فعالیت آنتی تریپسین در تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی اسیدهای صفراوی نسبت به گروه کنترل افزایش نشان داد که ممکن است حاکی از بهبود ایمنی غیر اختصاصی مایعی در ماهی باس دریایی در پاسخ به اسید های صفراوی باشد. افزودن ۳۰۰ میلی‌گرم اسید های صفراوی در جیره غذایی ماهی تیلاپیای نیل سبب افزایش فعالیت لایزوزیم سرم گردید (Marzouk *et al.,* 2025). در ماهی کفال افزودن ۱۳۰ میلی گرم اسید صفراوی بر کیلوگرم جیره سبب افزایش فعالیت لایزوزیم و کمپلمان سرم شد (Abdel-Tawwab *et al.,* 2023). همچنین Li و همکاران (۲۰۲۱) گزارش نمودند که افزودن ۹۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسیدهای صفراوی در جیره غذایی سبب افزایش فعالیت لایزوزیم و سطح کمپلمان C_3 در سرم گونه *C. semiliaevis* شده است. به‌نظر می‌رسد، نمک‌های صفراوی با تأثیر بر میکروفلور روده و افزایش بیان ژن‌های مربوط به ایمنی شامل ژن‌های التهابی و ضد التهابی در روده می‌تواند به طور چشمگیری ایمنی ماهی را تحت تأثیر قرار دهد (Xia *et al.,* 2023).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزودن ۸۰۰ میلی‌گرم نمک‌های صفراوی ۳۰ درصد در جیره غذایی ماهی باس دریایی آسیایی سبب افزایش وزن نهایی و بهبود ضریب تبدیل جیره غذایی در این گونه می‌شود. همچنین این مکمل اثرات مثبتی بر سلامت کبد با کاهش سطح آنزیم‌های کبدی دارد و با افزایش سطح فعالیت آنزیم‌های لایزوزیم و آنتی‌تریپسین سرم سبب بهبود ایمنی غیر اختصاصی این گونه خواهد شد. با وجود این، افزودن سطوح بالا اسیدهای صفراوی (۱۶۰۰میلی‌گرم بر کیلوگرم) به جیره غذایی سبب کاهش رشد، ضریب تبدیل غذایی و افزایش آنزیم‌های کبدی و گلوکز سرم خواهد شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله حاضر از زحمات آقایان مقدسی‌زاده و پژند از ایستگاه تحقیقات ماهیان دریایی بندر امام خمینی (ره) برای نگهداری ماهیان، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

Abdel-Tawwab, M., Abdel-Latif, H.M.R., El Basuini, M.F., El-Nokrashy, A.M., Khaled, A.A., Kord, M., Soliman, A.A., Zaki, M., Nour, A.-E., Labib, E.-M. H. and Khalil, H.S. 2023. Effects of exogenous bile acids (BAs) on growth, lipid profile, digestive enzymes, and immune responses of thinlip mullet, *Liza ramada*. *Scientific Reports,* 13:22875. DOI:10.1038/s41598-023-49788-6

Ellis, A.E., 1990. Serum antiproteases in fish and lysozyme assays. In: Stolen, J.S., Fletcher, T.C., Anderson, D.P., Roberson, B.S. and Van Muiswinkel, W.B. (Eds.) Techniques in fish immunology. SOS Publications, Fair Haven, NJ. pp. 95–103.

FAO, 2024. The state of world fisheries and aquaculture 2020 (Sustainability in Action). Rome, Italy.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]

Hekmatpoor, F., Ghaedi, A., Yooneszadeh Fashalami, M., Nazem Roaya, S., Mozanzadeh, M.T. and Mousavi-Sabet, H., 2025. Effects of different levels of bile acid supplementation in a high-fat diet on growth, lipid metabolism, carcass composition, and gastrointestinal function in common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Journal of Fisheries,* 78:216-229. DOI:10.22059/jfisheries.2025.394178.1458.

Hoseini, S.A., Ghaedi, A., Mahmoudi, R. and Sharifian, M., 2024. Effect of different dietary bile acid supplementation (Runeon 1) levels on growth, performance, carcass composition, and serum biochemical factors in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 33:143-157. DOI:10.22092/ISFJ.2024.132601 (In Persian)

Iwashita, Y., Suzuki, N., Yamamoto, T., Shibata, J.I., Isokawa, K., Soon, A.H. and Goto, T. 2008. Supplemental effect of cholyltaurine and soybean lecithin to a soybean meal-based fish meal-free diet on hepatic and intestinal morphology of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Fisheries Sciences* 74(5):1083–1095. DOI:10.1111/j.1444-2906.2008.01628.x

Iwashita, Y., Suzuki, N., Matsunari, H., Sugita, T. and Yamamoto, T. 2009. Influence of soya saponin, soya lectin, and cholyltaurine supplemented to a casein-based semipurified diet on intestinal morphology and biliary bile status in fingerling rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Fisheries Science* 75(5): 1307–1315. DOI:10.1007/s12562-009-0158-1

Jin, M., Pan, T., Cheng, X., Zhu, T.T., Sun, P., Zhou, F. and Zhou, Q., 2019. Effects of supplemental dietary l-carnitine and bile acids on growth performance, antioxidant and immune ability, histopathological changes and inflammatory response in juvenile black seabream (*Acanthopagrus schlegelii*) fed high-fat diet. *Aquacultur*e, 504:199-209. DOI:10.1016/j.aquaculture.2019.01.063

Jing, Y., Kai, L., Mai, K. and Ai, Q., 2017. Dietary lipid levels affect lipoprotein clearance, fatty acid transport, lipogenesis and lipolysis at the transcriptional level in muscle and adipose tissue of large yellow croaker (*Larimichthys crocea*). *Aquaculture Research,* 48. DOI:10.1111/are.13219.

Kortner, T.M., Penn, M.H., Bjorkhem, I., Masøval, K. and Krogdahl, A., 2016. Bile components and lecithin supplemented to plant based diets do not diminish diet related intestinal inflammation in Atlantic salmon. *BMC Veterinary Research*, 12:190. DOI:10.1186/s12917-016-0819-0

Lei, W., Li, J., Fang, P., Wu, S., Deng, Y., Luo, A., He, Z., and Peng, M., 2023. Effects of dietary bile acids on growth performance, lipid deposition, and intestinal health of rice field eel (*Monopterus albus*) fed with high-lipid diets. *Aquaculture Nutrition*, DOI:10.1155/2023/3321734

Leiro, J., Arranz, J.A., Iglesias, R., Ubeira, F.M. and SanMartın, M.L., 2004. Effects of the histiophagous ciliate *Philasterides*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]

dicentrarchi on turbot phagocyte responses. *Fish and Shellfish Immunology,* 17:27-39. DOI:10.1016/j.fsi.2003.11.003

Li, Y., Wang, Y., Wang, L., and Jiang, K. 2008. Influence of several non-nutrient additives on nonspecific immunity and growth of juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* L. *Aquaculture Nutrition*, 14(5) 387–395. DOI:10.1111/j.1365-2095.2007.00539.x

Li, Y., Wang, S., Hu, Y., Cheng, J., Cheng, X., Cheng, P. and Cui, Z., 2021. Dietary bile acid supplementation reveals beneficial effects on intestinal healthy status of tongue sole (*Cynoglossus semiliaevis*). *Fish and Shellfish Immunology*, 116:52–60. DOI:10.1016/j.fsi.2021.06.020

Liu, Y., He, G., Wang, Q., Mai, K., Xu, W. and Zhou, H., 2014. Hydroxyproline supplementation on the performances of high plant protein source-based diets in turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture,* 433:476-480. DOI:10.1016/j.aquaculture.2014.07.002

Marzouk, Y., Zaki, M.A., Nour, A.-E.M., Mehrim, A.I. and Khalil, H.S., 2025. Impacts of commercial bile acids on growth performance, immune responses and expression genes of lipid metabolism in Nile tilapia fingerlings *Oreochromis niloticus*. *Scientific Reports*, 15:20223. DOI:10.1038/s41598-025-06813-0

Mohammadian, T., Alishahi, M., Tabandeh, M.R., Ghorbanpoor, M. and Gharibi, D., 2018. Changes in immunity, expression of some immune-related genes of Shabot fish, *Tor grypus*, following experimental infection with *Aeromonas hydrophila*: Effects of autochthonous probiotics. *Probiotics and Antimicrobial Proteins,* 10:616–628. DOI:10.1007/s12602-017-9373-8

Mozanzadeh, M.T., Mohammadian, T., Ahangarzadeh, M., Houshmand, H., Sepahdari, A., Najafabadi, M.Z., Oosooli, A.R., Saghavi, H., Monem, J., Mehrjooyan, S., Hafezieh, M., Mirbakhsh, M., Osroush, A. and Seyedi, M., 2022. Effects of probiotic mixtures in the diet on growth performance, hematological indices, immunity and antioxidant capacity of Asian sea bass (*Lates calcarifer*) juveniles. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 31:1-12. DOI:10.22092/ISFJ.2023.128303 (In Persian)

Romano, N., Kumar, V., Yang, G., Kajbaf, K., Rubio, M.B., Overturf, K. and Hardy, R., 2020. Bile acid metabolism in fish: disturbances caused by fishmeal alternatives and some mitigating effects from dietary bile inclusions. *Reviews in Aquaculture,* 12:1792–1817. DOI:10.1111/raq.12410

Sun, J., Wang, J., Ma, J., Li, B., Hao, T., Sun, Y., and Zhang, L., 2014. Effects of dietary bile acids on growth, body composition and lipid metabolism of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) at different lipid levels. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 45:617–625. DOI:10.1016/j.aquaculture.2017.06.032.

Wang, L., Sagada, G., Wang, C., Liu, R., Li, Q., Zhang, C., and Yan, Y., 2023. Exogenous bile acids regulate energy metabolism and improve the health condition

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]

of farmed fish. *Aquaculture,* 562: 738852.https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738852

Wang, S., Zhang, W., Cao, A., Pan, Z. and Liu, T., 2022. Dietary supplementation of bile acids in tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*): A promising strategy to improve hepatic health status. *Frontiers in Marine Sciences,* 9:899768. DOI:10.3389/fmars.2022.899768

Wang, L., Sagada, G., Wang C., Liu, R., Li, Q., Zhang, C. and Yan, Y., 2022. Exogenous bile acids regulate energy metabolism and improve the health condition of farmed fish**.** *Aquaculture*, 562:738852. DOI:10.1016/j.aquaculture.2022.738852.

Wang, T., Yan, J., Xu, W., Ai, Q. and Mai, K., 2016. Characterization of Cyclooxygenase-2 and its induction pathways in response to high lipid diet-induced inflammation in *Larmichthys crocea*. *Scientific Reports*, 6:19921. DOI:10.1038/srep19921

Williams, KC., Barlow, C.G., Rodgers, L., Hockings, I., Agcopra, C. and Ruscoe, I. 2003. Asian seabass *Lates calcarifer* perform well when fed pelleted diets high in protein and lipid. *Aquaculture* 225:191–206. DOI:10.1016/S0044-8486(03)00278-3

Xia, R., Zhang, Q., Xia, D., Hao, Q., Ding, Q., Ran, C., Yang, Y., Cao, A., Zhang, Z. and Zhou, Z., 2023. The direct and gut microbiota-mediated effects of dietary bile acids on the improvement of gut barriers in largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Animal Nutrition,* 14:32-42. DOI:10.1016/j.aninu.2023.03.008

Yamamoto, T., Suzuki, N., Furuita, H., Sugita, T., Tanaka, N. and Goto, T., 2007. Supplemental effect of bile salts to soybean meal-based diet on growth and feed utilization of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Fisheries Sciences*, 73(1):123–131. DOI:10.1111/j.1444-2906.2007.01310.x

Yu, H., Zhang, L., Chen, P., Liang, X., Cao, A., Han, J. and Xue, M., 2019. Dietary bile acids enhance growth, and alleviate hepatic fibrosis induced by a high starch diet via AKT/ FOXO1 and cAMP/AMPK/SREBP1 pathway in *Micropterus salmoides*. *Frontiers in Physiology*, 10:1430. DOI:10.3389/fphys.2019.01430

Zheng, Z., Zeng, B. and Xiang X., 2016. Effects of bile acid supplemental level on growth performance, physical indices and body composition of juvenile *Schizothorax prenanti*. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 28(8):2423 –2430.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-05-29]