



Original Research Paper

Comparison of the effect of probiotic bacteria with and without Quorum Quenching potencial on Growth performance and Nutritional indices of Asian Seabass (*Lates calcarifer*, Bloch 1790) In two different density

Mosayeb Seyyedi Abalvan ¹, Mesbah Mehrzad ^{1,2}, Takavar Mohammadian ^{*1,2}, Mohamad Reza Tabandeh ^{2,3}, Dariush Gharibi ^{2,4}

¹ Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

² Center of Warm Water Fish Health and Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

³ Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

⁴ Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Key Words

Probiotic
Asian sea bass
Growth parameters
Nutritional indices

Abstract

Introduction: In the present study, the effect of different probiotics on growth and nutrition indices of Asian seabass was investigated.

Materials & Methods: For this purpose, Fish with an average weight of 167.15 ± 6.11 g and an average length of 32.7 ± 0.77 cm were released in 10 ponds of 0.7 ha with two densities of 4500 to 5000 and 6500 to 7000 fish per hectare and fed for 105 days with food containing probiotics *Bacillus cereus*, *B. thuringiensis* and *Lactobacillus plantarum* with a density of 1×10^8 CFU/gr. At the end of the experiment, Total fishes in each pond, were harvested and total length and weight of fishes were measured. Then, growth and nutrition indices were calculated.

Results: Analysis of the results showed a significant difference in growth and nutrition indices between the groups fed with food containing probiotics compared to each other and compared to the control groups ($p \leq 0.05$). The highest specific growth rate, relative growth rate, protein efficiency and food efficiency were obtained in the seventh group and the lowest (except protein efficiency) was obtained in the fifth group ($P \leq 0.05$). In addition to the type of probiotic, the density factor also shows a significant effect on these indicators ($p \leq 0.05$). The seventh group (storage density 6500 to 7000 and fed with food containing selected strain *Bacillus cereus* isolated from the intestine of Asian bass fish with a density of 1×10^8 CFU/gr) showed the best performance.

Conclusion: According to the results, food containing different probiotics, compared to control groups, improved growth and nutritional performance.

* Corresponding Author's email: tak.mohammadian@gmail.com

Received: 10 March 2021; Reviewed: 10 April 2021; Revised: 10 June 2021; Accepted: 12 July 2021

(DOI): 10.22034/AEJ.2021.289159.2549

مقاله پژوهشی

مقایسه تأثیر پروبیوتیک‌های فاقد و واجد خاصیت کوئوروم کوئنچینگ بر عملکرد رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای در ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*, Bloch 1790) در دو تراکم مختلف

مصیب سیدی^۱، مهران مصباح^{۱،۲}، تکاور محمدیان^{۱،۲*}، محمدرضا تابنده^{۲،۳}، داریوش غریبی^{۲،۴}

^۱ گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۲ قطب بهداشت و بیماری‌های ماهیان گرمابی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۳ گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۴ گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

مقدمه: به کارگیری پروبیوتیک‌ها در جیره، می‌تواند از طریق کاهش غذای لازم برای رشد ماهیان، موجب افزایش کارایی تغذیه و کاهش هزینه‌های پرورش آبزیان گردد. در تحقیق حاضر، اثر پروبیوتیک‌های مختلف بر شاخص‌های رشد و تغذیه ماهی باس دریایی آسیایی مورد بررسی قرار گرفت.

پروبیوتیک
باس دریایی آسیایی
پارامترهای رشد
شاخص‌های تغذیه‌ای

مواد و روش‌ها: برای این منظور، ماهیان با میانگین وزن $167/15 \pm 6/11$ گرم و میانگین طول $32/7 \pm 0/77$ سانتی‌متر در ۱۰ استخر ۰/۷ هکتاری با دو تراکم ۴۵۰۰ تا ۵۰۰۰ قطعه و ۶۵۰۰ تا ۷۰۰۰ قطعه ماهی در هکتار ذخیره‌سازی و به مدت ۱۰۵ روز با غذای حاوی پروبیوتیک‌های *Bacillus cereus*، *B. thuringiensis* و *Lactobacillus plantarum* با تراکم 1×10^8 CFU/gr غذادهی گردید. گروه‌های شاهد با غذای تجاری بدون افزودن پروبیوتیک تغذیه گردید. در پایان دوره، کل ماهیان هر استخر، برداشت و طول و وزن ماهیان اندازه گیری شد. سپس، شاخص‌های رشد و تغذیه محاسبه شد.

نتایج: آنالیز نتایج، بین گروه‌های تغذیه شده با غذای حاوی انواع پروبیوتیک نسبت به یکدیگر و نسبت به گروه شاهد اختلاف معنی‌داری را در شاخص‌های رشد و تغذیه نشان داد ($P \leq 0/05$). بیش‌ترین میزان شاخص‌های نرخ رشد ویژه، میزان رشد نسبی، میزان کارایی پروتئین و میزان کارایی غذا در گروه هفتم (تراکم ذخیره‌سازی ۶۵۰۰ تا ۷۰۰۰ و تغذیه شده با غذای حاوی سویه انتخابی *Bacillus cereus* جدا شده از روده ماهی باس دریایی آسیایی با تراکم 1×10^8 CFU/gr) و کم‌ترین میزان این شاخص‌ها (به جز میزان کارایی پروتئین)، در گروه پنجم به دست آمد ($P \leq 0/05$). علاوه بر نوع پروبیوتیک، عامل تراکم نیز تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های مذکور گذاشت ($P \leq 0/05$)، به طوری که گروه هفتم، بهترین عملکرد را نشان داد.

بحث و نتیجه‌گیری: طبق نتایج، غذای حاوی پروبیوتیک‌های مختلف، موجب بهبود عملکرد رشد و تغذیه گردید.

مقدمه

در سال‌های اخیر، پرورش ماهیان دریایی یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های آبی‌پروری در اکثر کشورهای مناطق گرمسیری است و پرورش این آبزیان رشد قابل ملاحظه‌ای در اکثر نقاط جهان داشته است. بخش آبی‌پروری در کنار این رشد قابل توجه، همواره با مشکلاتی نیز روبرو بوده است که از آن جمله می‌توان به کنترل کیفیت آب، شیوع بیماری‌ها، جیره غذایی نامناسب و رشد کند اشاره نمود. به‌نحوی که شیوع بیماری‌ها به‌عنوان مشکل عمده آبی‌پروری، گسترش اقتصادی این بخش را در بسیاری از کشورهای جهان تحت تأثیر قرار داده است (۱). ماهیان استخوانی پیشرفته، بزرگ‌ترین گروه از مهره‌داران را تشکیل می‌دهند و برخی از گونه‌های تلئوستی از جمله ماهی باس‌دریایی آسیایی (*Asian seabass (Lates calcarifer)*) اهمیت فراوانی از جنبه شیلات و آبی‌پروری برخوردارند. نام متداول این ماهی در استرالیا باراموندی (*Barramundi*) است و متعلق به خانواده لاتیده (*Latidae*) می‌باشد. این ماهی یک ماهی یوری هالین است و در آب شیرین، نواحی مصبی و نواحی ساحلی یافت می‌شود و برای تخم‌ریزی به نواحی پایین‌دست مهاجرت می‌کند. باراموندی نسبت به شرایط فیزیولوژیکی مختلف مقاوم است و هم‌آوری ماهی ماده بالاست. چنین خصوصیتی منجر به افزایش تمایل به پرورش این گونه شده است (۲). دامنه پراکنش این ماهی از اقیانوس هند شمالی تا اقیانوس آرام غربی می‌باشد و از ایران تا قسمت شمالی استرالیا گسترش یافته و در دمای اپتیمم ۲۸ تا ۳۰ درجه سانتی گراد زیست می‌کنند (۳). سازش‌پذیری با غذای دستی، تکثیر در شرایط اسارت، نرخ رشد سریع و قیمت بالای محصول در بازار به واسطه کیفیت بالای گوشت، از عواملی است که این ماهی را به یک گونه مناسب برای آبی‌پروری تبدیل می‌کند (۴، ۵). کوئوروم سنسینگ (*Quorum sensing*) یا سیستم درک حد نصاب دارای نقش مهمی در فرآیندهای پایداری، سازش و بقای بسیاری از باکتری‌های بیماری‌زا است. سیستم درک حد نصاب مکانیسمی است که باکتری‌ها به‌واسطه آن با تولید، آزادسازی و تشخیص مولکول‌های سیگنال کوچک، بیان ژن‌های خود را در پاسخ به تراکم جمعیت خود متناسب می‌کنند (۶). به مکانیسم‌هایی که به‌منظور مداخله با ارتباطات بین سلولی در باکتری‌ها تکامل یافته است، کوئوروم کوئچینگ اطلاق می‌شود و به معنی مهار کوئوروم سنسینگ است (۷). به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک‌ها به‌منظور افزایش رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی و همچنین به عنوان یک اقدام پیش‌گیرانه یا درمان بیماری‌های ماهی بحث‌برانگیز بوده است از آنجایی که گزارشات متعددی از بروز مقاومت ضد میکروبی و خطر انتقال مقاومت آنتی‌بیوتیکی به انسان وجود دارد. از

سوی دیگر آنتی‌بیوتیک‌ها موجب مهار و از بین بردن میکروبیوتای طبیعی و مفید و همچنین اثرات طولانی مدت و غیر قابل پیش‌بینی بر سلامت عموم می‌شوند (۸). از این‌رو نیاز به روش‌های جایگزین بیش از پیش ضرورت می‌یابد. انواع گسترده‌ای از ترکیبات مختلف وجود دارند که در ماهی پاسخ ایمنی را تحریک می‌کند. اکثر این ترکیبات فقط از راه تزریق موثرند ولی برخی از راه خوراکی و یا غوطه‌وری نیز تأثیرگذار هستند. تعدادی از این ترکیبات نظیر گلوکان‌ها، پلی‌پپتیدهای خاص، لوامیزول، ویتامین C و پروبیوتیک‌ها، به‌طور گسترده مطالعه شده و به‌منظور بهبود سلامت و افزایش تولید در جیره غذایی پیشنهاد شده است (۹). یکی از مهم‌ترین روش‌های ارتقای سلامت، افزایش رشد و کنترل بیماری و عوامل بیماری‌زا در صنعت آبی‌پروری استفاده از باکتری‌های پروبیوتیکی است (۱۰، ۱۱، ۱۲). پروبیوتیک‌ها از طریق بهبود عملکرد آنزیم‌های گوارشی و همچنین با ترشح ویتامین و مواد مغذی و کمک به جذب مواد غذایی، سبب افزایش رشد می‌گردند (۱۳). پروبیوتیک‌ها با تأثیر بر شاخص‌های تغذیه‌ای مانند هضم و جذب بهتر، تولید ترکیبات ضدباکتریایی، رقابت جهت کسب مواد مغذی و تغذیه، تغییر در فعالیت آنزیم‌های گوارشی و تحریک دستگاه ایمنی می‌توانند مفید باشند (۱۴). بهبود شرایط غذایی و میکروبی می‌تواند موجب سازگاری اکولوژیکی، رشد بهتر و کاهش تلفات در طی دوره پرورش آبزیان گردد (۱۵). در سال‌های اخیر، مطالعات زیادی در آبی‌پروری در راستای استفاده از باکتری‌های پروبیوتیک جهت نیل به اهداف گوناگون نظیر بهبود تعادل میکروبی فلور دستگاه گوارش ماهی، کنترل تکثیر و فعالیت باکتری‌های بیماری‌زا، تحریک سیستم ایمنی (۱۶)، بهبود رشد و ضریب تبدیل غذایی (۱۷) و همچنین بهبود درصد بقاء و کاهش تلفات (۱۸، ۱۹، ۲۰) صورت گرفته است. افزودن پروبیوتیک‌ها به جیره در گونه‌های مختلف ماهی، بسته به شرایط می‌تواند اثرات متفاوتی را نشان دهد. در پژوهشی بر روی تیلاپای نیل، مشخص شد که در تراکم‌های بالا (۶۲/۵) قطعه ماهی در مترمکعب و پایین (۱۸/۷۵) قطعه ماهی در مترمکعب، پروبیوتیک *Bacillus subtilis*، تأثیری بر عملکرد رشد و بازماندگی ماهی نشان نداد (۲۱). تراکم ذخیره‌سازی ماهی، یک عامل موثر بر عملکرد رشد در ماهی محسوب می‌شود. معمولاً تراکم بالاتر، اثرات نامطلوبی بر شاخص‌های رشد می‌گذارد، به‌عنوان مثال در مطالعه‌ای بر روی ماهی تیلاپای نیل، مشخص شد که ماهیانی که با تراکم بالاتر ذخیره‌سازی شده بودند، میزان غذای دریافتی، افزایش وزن، وزن نهایی و نرخ رشد ویژه پایین‌تری را نسبت به ماهیان با تراکم ذخیره‌سازی پایین‌تر نشان دادند (۲۱). از این‌رو انجام مطالعات مقایسه‌ای در رابطه با اثر پروبیوتیک‌های مختلف در تراکم ذخیره‌سازی متفاوت بر میکروبیوتای روده‌ای و فاکتورهای زیستی

و تغذیه ای ماهی، کمک خواهد کرد تا بهترین پروبیوتیک برای گونه مورد نظر شناخته شود. هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی اثر انواع پروبیوتیک ها و تراکم ذخیره سازی ماهی در استخرهای خاکی، بر شاخص های رشد و تغذیه ماهی باس دریایی آسیایی می باشد.

مواد و روش ها

محل اجرای تحقیق: تحقیق حاضر در مزارع پرورش ماهی باس دریایی آسیایی واقع در منطقه چوئیده شهرستان آبادان در سال ۱۳۹۸ انجام شد. این مزارع، در فاصله ۵۶ کیلومتری جنوب شرقی آبادان بین طول شرقی ۳۵ و ۴۸ درجه و عرض شمالی ۶ و ۳۰ درجه و با ارتفاع ۱/۵ متر از سطح دریا واقع شده است.

تهیه باکتری های باسیلوس و لاکتوباسیلوس با توان پروبیوتیکی: باکتری های با توان پروبیوتیکی مورد استفاده در این تحقیق، شامل باکتری های باسیلوس گونه های *Bacillus cereus* و *B. thuringiensis* واجد خاصیت کوئوروم کوئنچینگ می باشد که در مطالعات پیشین، توسط Ghanei-Motlagh و همکاران، از ماهی باس دریایی آسیایی جداسازی شده بود (۲۲). هم چنین سه سویه مختلف باکتری *Lactobacillus plantarum* که با استفاده از روش جداسازی باکتری های پروبیوتیک، از میگو سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) جدا شده بود (۲۳) مورد استفاده قرار گرفت.

تهیه جیره غذایی حاوی باکتری های پروبیوتیک انتخابی: به منظور ارزیابی اثر پروبیوتیک های انتخاب شده بر رشد ماهی باس دریایی آسیایی، باکتری های باسیلوس و لاکتوباسیلوس منتخب به غذای ماهیان افزوده شد. به طور خلاصه هر یک از باکتری های باسیلوس *Bacillus cereus* و *B. thuringiensis*، پس از تایید با باکتری های بیوسنسور، با تلقیح سویه مورد نظر به محیط مایع لوریا-برتانی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد انکوبه شده و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دور ۳۰۰۰ سانتریفیوژ گردید. پس از سانتریفیوژ و جداسازی، باکتری ها دو بار با PBS استریل شستشو گردیده و با استفاده از لوله های مک فارلند غلظت مناسب آن ها تنظیم شد. جهت

آماده سازی سویه های مختلف باکتری *Lactobacillus plantarum* و افزودن آن ها به غذای ماهیان از روش توصیه شده توسط Planas و همکاران (۲۴) و Vine و همکاران (۲۵) استفاده گردید. به طور خلاصه هر باکتری به طور جداگانه در محیط آگوست MRS در شرایط بی هوازی کشت داده شد. پس از رشد، باکتری ها با سانتریفیوژ جداسازی و شستشو گردید و به کمک لوله های استاندارد مک فارلند غلظت های مناسب آن ها (3×10^8 CFU/ml) از هر کدام از سه باکتری تنظیم شد سپس غلظت تعیین شده هر کدام از باکتری ها به هر گرم غذای تیمارها اسپری گردید.

نحوه تیمار بندی ماهیان: با توجه به این که بخش پرورشی این تحقیق در مزارع پرورش ماهی باس دریایی آسیایی واقع در منطقه چوئیده آبادان انجام شد، گروه های آزمایش در استخرهای خاکی پرورشی در دو تراکم مختلف تعریف شد. برای این منظور ده استخر ۰/۷ هکتاری انتخاب شد. سپس استخرها به دو گروه ۵ تایی تقسیم شده و در یک گروه از استخرها، ماهیان با میانگین وزن $167/15 \pm 6/11$ گرم با تراکم ۴۵۰۰ تا ۵۰۰۰ قطعه در هکتار و در گروه دیگر، با تراکم ۶۵۰۰ تا ۷۰۰۰ قطعه در هکتار ذخیره سازی شد. سپس ماهیان به مدت یک هفته قبل از شروع آزمایش به شرایط محیطی سازگاری پیدا کردند. طول دوره آزمایش ۱۰۵ روز بوده است. گروه های شاهد (اول و ششم) در تمام طول دوره آزمایش با غذای تجاری موجود بدون افزودن سویه های انتخابی باکتری تغذیه شد. به غذای گروه های دوم و سوم مقدار 1×10^8 CFU/gr از هر یک سویه های *Bacillus cereus* و *B. thuringiensis* به ترتیب افزوده شد (۲۶). مقدار 1×10^8 CFU/gr از سویه های باکتری مورد استفاده در گروه های دوم و سوم، به صورت ترکیبی به غذای گروه های چهارم افزوده شد. به غذای گروه های پنجم نیز مقدار 1×10^8 CFU/gr از سه سویه انتخابی باکتری *Lactobacillus plantarum* به صورت ترکیبی افزوده شد (۲۷). در تمامی طول دوره آزمایش، پرورش ماهیان در استخرهای خاکی و در آب شور دریا صورت گرفت.

جدول ۱: گروه های آزمایش با تراکم ذخیره سازی ۴۵۰۰ تا ۵۰۰۰ قطعه ماهی در هکتار (استخر خاکی)

گروه ها	جیره های آزمایشی
اول (شاهد)	غذای تجاری بدون افزودن باکتری (شاهد)
دوم	همراه با سویه انتخابی <i>Bacillus cereus</i> جدا شده از روده ماهی باس دریایی آسیایی با تراکم 1×10^8 CFU/gr
سوم	همراه با سویه انتخابی <i>B. thuringiensis</i> جدا شده از روده ماهی باس دریایی آسیایی با تراکم 1×10^8 CFU/gr
چهارم	همراه با سویه های انتخابی <i>Bacillus cereus</i> و <i>B. thuringiensis</i> به صورت ترکیبی با تراکم 1×10^8 CFU/gr
پنجم	همراه با سه سویه انتخابی باکتری <i>Lactobacillus plantarum</i> جدا شده از روده میگوی سفید غربی (<i>Litopenaeus vannamei</i>) به صورت ترکیبی با تراکم 1×10^8 CFU/gr

جدول ۲: گروه‌های آزمایش با تراکم ذخیره‌سازی ۶۵۰۰ تا ۷۰۰۰ قطعه ماهی در هکتار (استخر خاکی)

گروه‌ها	جیره‌های آزمایشی
ششم (شاهد)	غذای تجاری بدون افزودن باکتری
هفتم	همراه با سویه انتخابی <i>Bacillus cereus</i> جدا شده از روده ماهی باس‌دریایی آسیایی با تراکم 1×10^8 CFU/gr
هشتم	همراه با سویه انتخابی <i>B. thuringiensis</i> جدا شده از روده ماهی باس‌دریایی آسیایی با تراکم 1×10^8 CFU/gr
نهم	همراه با سویه‌های انتخابی <i>Bacillus cereus</i> و <i>B. thuringiensis</i> به‌صورت ترکیبی با تراکم 1×10^8 CFU/gr
دهم	همراه با سه سویه انتخابی باکتری <i>Lactobacillus plantarum</i> جدا شده از روده میگوی سفید غربی (<i>Litopenaeus vannamei</i>) به‌صورت ترکیبی با تراکم 1×10^8 CFU/gr

نتایج

اثرات افزودن سطوح مختلف پروبیوتیک‌های مورد استفاده در این آزمایش بر طول، وزن و شاخص‌های رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای، در جداول ۳ تا ۵ آورده شده است. در پایان آزمایش، هم‌در گروه‌های شاهد و هم‌گروه‌های مختلف تغذیه شده با غذای حاوی انواع پروبیوتیک‌ها، از نظر ظاهری مشکلی در ماهیان مورد آزمایش مشاهده نشد و همه ماهیان وضعیت مطلوبی را نشان دادند. براساس نتایج به‌دست آمده، افزودن پروبیوتیک به جیره، اثر معنی‌داری بر همه شاخص‌های مورد اندازه‌گیری گذاشت، ولی این تغییرات در بعضی از شاخص‌ها روند نامنظمی را نشان داد ($P \leq 0.05$). همان‌طور که در جدول ۳ مشخص است، بیش‌ترین افزایش طول، مربوط به گروه آزمایشی ۵ (جیره حاوی سه سویه انتخابی باکتری *Lactobacillus plantarum* به‌صورت ترکیبی) و کم‌ترین میزان مربوط به گروه‌های شاهد (اول و ششم) و گروه سوم (جیره حاوی سویه انتخابی *Bacillus cereus* و تراکم ذخیره‌سازی ۴۵۰۰ تا ۵۰۰۰ قطعه ماهی در هکتار) بوده است، که بین این گروه‌ها با هم و با سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P \leq 0.05$) ولی بین سایر گروه‌ها نسبت به هم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P \geq 0.05$). این نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت پروبیوتیک‌ها بر افزایش طول ماهیان در اکثر گروه‌های آزمایشی تغذیه شده با غذای حاوی پروبیوتیک می‌باشد. بیش‌ترین افزایش وزن مربوط به گروه‌های آزمایشی سوم، ششم (گروه شاهد با تراکم ذخیره‌سازی بالا) و هفتم (جیره حاوی سویه انتخابی *Bacillus cereus* با تراکم ذخیره‌سازی بالا) بوده است که بین این سه گروه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P \geq 0.05$) ولی بین این گروه‌ها و سایر گروه‌های آزمایش و هم‌چنین بین سایر گروه‌ها با هم، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P \leq 0.05$). براساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۴)، افزودن پروبیوتیک به جیره بر شاخص‌های رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای اثر معنی‌داری داشته است ($P \leq 0.05$)، ولی در بعضی گروه‌های پروبیوتیکی، در بعضی از شاخص‌ها، نسبت به گروه‌های شاهد وضعیت نامطلوب‌تری را نشان داد. بیش‌ترین میزان شاخص‌های نرخ رشد ویژه، میزان رشد نسبی، میزان کارایی پروتئین و میزان کارایی غذا در گروه هفتم (تغذیه شده با سویه انتخابی

نمونه‌برداری و اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و شاخص‌های

تغذیه‌ای: برای این کار، در ابتدا و انتهای دوره، کل ماهیان از هر تیمار صید و بیومتری شده و شاخص‌های وزن و طول کل ماهیان محاسبه و ثبت شد و در نهایت شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای در تیمارهای آزمایش، براساس رابطه‌های زیر اندازه‌گیری گردید (۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳):

- نرخ رشد ویژه ($\text{SGR} = \text{Specific Growth Rate}$):

دوره پرورش به روز $100 / \ln w_2 - \ln w_1$

w_2 = وزن نهایی (گرم)، w_1 = وزن اولیه (گرم)

- افزایش وزن ($\text{WG} = \text{Weight Gain}$):

(متوسط وزن اولیه (گرم) - متوسط وزن نهایی (گرم))

- میزان رشد نسبی ($\text{RGR} = \text{Relative Growth Rate}$):

$100 \times (\text{متوسط وزن اولیه} / (\text{متوسط وزن اولیه} - \text{متوسط وزن نهایی}))$

- شاخص وضعیت (CF): $100 \times (W/L^3)$

- درصد بقا یا بازماندگی ($\text{SR} = \text{Survival Rate}$): $N_f/N_0 \times 100$

N_f : تعداد ماهیان در ابتدای آزمایش و N_0 : تعداد ماهی در انتهای

آزمایش، W : میانگین وزن ماهیان و L : میانگین طول ماهیان در انتهای آزمایش

- ضریب تبدیل غذایی ($\text{FCR} = \text{Food Conversion Ratio}$):

میزان کل وزن تر کسب شده (گرم) / میزان غذای دریافت شده (گرم)

- میزان کارایی پروتئین ($\text{PER} = \text{Protein Efficiency Ratio}$):

مقدار پروتئین مصرفی (گرم) / افزایش وزن بدن (گرم)

- میزان کارایی غذا ($\text{FER} = \text{Food Efficiency Ratio}$): $((\text{CF}) / \text{FCR})$

میزان غذای خشک داده شده (گرم) / $(100 \times \text{وزن تر (گرم)})$

آنالیز آماری: پس از ثبت داده‌ها، ابتدا از آزمون لون و کولموگروف

اسمیرنوف، نرمال بودن داده‌ها بررسی شد و برای مقایسه کلی بین تیمارها از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (one way ANOVA) و برای مقایسه میانگین بین تیمارها و بررسی روند معنی‌داری ($P \leq 0.05$) از آزمون دانکن تحت نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۹) استفاده شد.

به گروه اول بوده است ($P \leq 0.05$). ضریب تبدیل غذایی نسبت به سایر شاخص های تغذیه ای روند متفاوتی داشته است، به طوری که بیشترین میزان این شاخص برای گروه پنجم و کمترین میزان برای گروه هفتم به دست آمد ($P \leq 0.05$). هم چنین گروه های پروبیوتیکی از نظر این شاخص، وضعیت مطلوب تری نسبت به گروه های شاهد داشته اند.

Bacillus cereus و تراکم ذخیره سازی ۶۵۰۰ تا ۷۰۰۰ قطعه ماهی) و کمترین میزان این شاخص ها (به جز در شاخص میزان کارایی پروتئین)، در گروه پنجم به دست آمد ($P \leq 0.05$). در رابطه با شاخص میزان کارایی پروتئین، کمترین میزان مربوط به گروه اول (شاهد با تراکم ذخیره سازی ۴۵۰۰ تا ۵۰۰۰) بوده است. بیشترین میزان شاخص وضعیت مربوط به گروه های سوم و ششم و کمترین مربوط

جدول ۳: شاخص های طول و وزن در گروه های آزمایشی

تراکم ماهی (در هکتار)	شاخص ها گروه ها	طول اولیه (سانتی متر)	طول نهایی (سانتی متر)	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)
۵۰۰۰ تا ۶۵۰۰ قطعه	اول (شاهد)	$33/6 \pm 0/9^b$	$40/6 \pm 1/9^b$	$159/98 \pm 5/22^d$	$546/62 \pm 22/97^g$
	دوم	$34/07 \pm 1/3^a$	$42/47 \pm 2/7^{ab}$	$160/06 \pm 6/18^d$	$684/38 \pm 24/28^d$
	سوم	$32/95 \pm 0/8^c$	$40/8 \pm 2/4^b$	$205/93 \pm 8/94^a$	$926/29 \pm 33/49^a$
	چهارم	$32/66 \pm 0/6^d$	$41/24 \pm 2/6^{ab}$	$147/55 \pm 4/32^g$	$679/8 \pm 26/35^e$
	پنجم	$32/89 \pm 1/2^c$	$44 \pm 3/8^a$	$160/6 \pm 5/6^d$	$527/93 \pm 25/47^h$
۷۰۰۰ تا ۹۵۰۰ قطعه	ششم (شاهد)	$32/83 \pm 0/7^c$	$40/78 \pm 2/4^b$	$200/93 \pm 7/16^b$	$926/51 \pm 38/49^a$
	هفتم	$32/05 \pm 0/9^d$	$41/42 \pm 2/3^{ab}$	$160/32 \pm 8/08^d$	$880/08 \pm 33/46^b$
	هشتم	$32/02 \pm 0/5^d$	$41/74 \pm 2/5^{ab}$	$170/37 \pm 9/03^c$	$840/95 \pm 30/99^c$
	نهم	$31/99 \pm 0/8^d$	$42/1 \pm 3/1^{ab}$	$155/12 \pm 6/6^e$	$673/06 \pm 25/73^f$
	دهم	$31/96 \pm 0/9^d$	$41/39 \pm 0/12^{ab}$	$150/68 \pm 7/32^f$	$672/39 \pm 28/3^f$

حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم وجود اختلاف معنی دار ($P \geq 0.05$) می باشد.

جدول ۴: شاخص های رشد در گروه های آزمایشی

تراکم ماهی (در هکتار)	شاخص ها گروه ها	نرخ رشد ویژه	افزایش وزن (%)	میزان رشد نسبی (%)	شاخص وضعیت
۵۰۰۰ تا ۶۵۰۰ قطعه	اول (شاهد)	$1/17 \pm 0/13^h$	$386/64 \pm 16/94^h$	$241/69 \pm 9/66^h$	$0/82 \pm 0/16^d$
	دوم	$1/38 \pm 0/18^g$	$524/33 \pm 18/18^e$	$327/59 \pm 14/36^g$	$0/89 \pm 0/12^{cd}$
	سوم	$1/43 \pm 0/11^d$	$720/37 \pm 25/3^a$	$349/82 \pm 13/24^d$	$1/37 \pm 0/47^a$
	چهارم	$1/45 \pm 0/17^c$	$532/25 \pm 15/37^d$	$360/73 \pm 11/31^c$	$0/97 \pm 0/24^c$
	پنجم	$1/13 \pm 0/09^i$	$367/3 \pm 17/59^i$	$228/72 \pm 10/15^i$	$0/65 \pm 0/19^e$
۷۰۰۰ تا ۹۵۰۰ قطعه	ششم (شاهد)	$1/46 \pm 0/15^c$	$725/58 \pm 27/43^a$	$361/12 \pm 15/32^c$	$1/37 \pm 0/11^a$
	هفتم	$1/62 \pm 0/21^a$	$719/76 \pm 25/46^a$	$448/96 \pm 17/38^a$	$1/24 \pm 0/11^b$
	هشتم	$1/52 \pm 0/19^b$	$670/57 \pm 23/12^c$	$393/58 \pm 13/11^b$	$1/16 \pm 0/14^b$
	نهم	$1/4 \pm 0/13^f$	$517/95 \pm 20/3^g$	$333/94 \pm 12/25^f$	$0/9 \pm 0/1^{cd}$
	دهم	$1/42 \pm 0/16^e$	$521/7 \pm 17/21^f$	$346/22 \pm 14/13^e$	$0/88 \pm 0/15^{cd}$

حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم وجود اختلاف معنی دار ($P \geq 0.05$) می باشد.

جدول ۵: شاخص‌های تغذیه‌ای در گروه‌های آزمایشی

تراکم ماهی (در هکتار)	شاخص‌ها گروه‌ها	ضریب تبدیل غذایی	میزان کارآیی پروتئین (%)	میزان کارآیی غذا (%)
۵۰۰۰ تا ۴۵۰۰ قطعه	اول (شاهد)	$1/91 \pm 0/15^b$	$426/32 \pm 1/03^j$	$52/34 \pm 0/13^i$
	دوم	$1/77 \pm 0/1^e$	$544/48 \pm 0/19^h$	$56/5 \pm 0/03^f$
	سوم	$1/83 \pm 0/09^d$	$712/94 \pm 21/35^f$	$54/65 \pm 3/18^g$
	چهارم	$1/62 \pm 0/11^h$	$668/05 \pm 18/47^g$	$61/9 \pm 4/04^c$
	پنجم	$1/96 \pm 0/13^a$	$504/15 \pm 17/82^i$	$50/94 \pm 4/88^j$
۷۰۰۰ تا ۶۵۰۰ قطعه	ششم (شاهد)	$1/83 \pm 0/14^c$	$988/58 \pm 25/59^d$	$54/51 \pm 3/9^h$
	هفتم	$1/50 \pm 0/08^j$	$1356/75 \pm 41/87^a$	$66/51 \pm 3/86^a$
	هشتم	$1/65 \pm 0/19^g$	$1147/24 \pm 37/85^b$	$60/58 \pm 3/72^d$
	نهم	$1/7 \pm 0/11^f$	$761/86 \pm 23/62^e$	$58/71 \pm 4/03^e$
	دهم	$1/55 \pm 0/16^i$	$1091/85 \pm 34/49^c$	$64/41 \pm 3/08^b$

حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم وجود اختلاف معنی‌دار ($P \geq 0/05$) می‌باشد.

بحث

پروبیوتیک‌ها موجودات زنده‌ای هستند که با بهبود تعادل فلور میکروبی دستگاه گوارش میزبان موجب بهبود سلامت میزبان می‌شوند (۳۴). در رابطه با اثر پروبیوتیک‌ها بر بهبود عملکرد رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای در ماهیان آب شیرین مطالعات زیادی صورت گرفته است (۳۵، ۳۶، ۳۷). ولی مطالعات صورت گرفته در ماهیان دریایی از جمله ماهی باس دریایی آسیایی محدود می‌باشد (۳۶، ۳۸). همان‌طور که در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است، در تحقیق حاضر گروه‌های اول (شاهد اول)، دوم، سوم، چهارم و پنجم از لحاظ محتوی جیره به ترتیب با گروه‌های ششم (شاهد دوم)، هفتم، هشتم، نهم و دهم یکسان بوده است. براساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، مشخص شد که افزودن انواع پروبیوتیک‌ها به جیره موجب بهبود عملکرد رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای در ماهی باس دریایی آسیایی گردید، ولی در مورد عملکرد انواع پروبیوتیک‌ها، نتایج متفاوتی به‌دست‌آمد. هم‌چنین رفتارهای رشد و تغذیه ماهیان، در رابطه با پروبیوتیک‌ها بسته به تراکم ذخیره‌سازی ماهیان در استخرها، متفاوت بود. به‌طوری‌که شاخص‌های نرخ رشد ویژه، افزایش وزن و میزان رشد نسبی در هر گروه، بیش‌ترین میزان را در تراکم بالا داشته‌اند. هم‌چنین این شاخص‌ها در گروه ششم (شاهد دوم) نسبت به گروه اول میزان بالاتری را نشان داد ($P \leq 0/05$). به‌جز در مقایسه گروه‌های چهارم و نهم که این شاخص‌ها در تراکم پایین (گروه چهارم) میزان بیش‌تری را نشان داد. در مقایسه جیره‌های حاوی انواع پروبیوتیک‌ها، بیش‌ترین طول در جیره‌های حاوی پروبیوتیک (گروه پنجم) و کم‌ترین طول در گروه‌های شاهد (اول و ششم) مشاهده شد. این نتایج با نتایج

Baghaei Bahmberi و همکاران (۳۹) مطابقت دارد، با این تفاوت که بر خلاف آزمایش مذکور، در آزمایش حاضر، این اختلاف معنی‌دار بود ($P \leq 0/05$). هم‌چنین با نتایج پژوهش Adorian و همکاران در رابطه با اثر پروبیوتیک‌ها بر طول ماهی باس دریایی آسیایی (۳۸) مطابقت دارد. نکته قابل توجه این‌که در هر دو تراکم ذخیره‌سازی، کم‌ترین میزان مربوط به گروه شاهد بود. بیش‌ترین افزایش وزن مربوط به گروه‌های ششم و سوم بود که به‌ترتیب $725/58$ و $720/37$ گرم و کم‌ترین میزان مربوط به گروه پنجم و گروه اول (شاهد با تراکم ذخیره‌سازی 4500 تا 5000) بود که به‌ترتیب $367/3$ و $386/64$ گرم به‌دست‌آمد. با توجه به بالا بودن میزان این شاخص در گروه ششم (شاهد با تراکم بالای ذخیره‌سازی)، با نتایج بعضی از محققین از جمله Baghaei Bahmberi و همکاران بر روی بچه فیل ماهی (۳۹)، Azari Takami و همکاران بر روی ماهی قزل‌آلا (۴۰)، Adorian و همکاران، در رابطه با اثر پروبیوتیک باکتوسل بر ماهی باس دریایی آسیایی (۳۸) و هم‌چنین نتایج Debasis و همکاران در رابطه با اثر پروبیوتیک‌های جنس باسیلوس بر ماهی باس دریایی آسیایی (۳۶)، مغایرت دارد. ولی در تراکم پایین ذخیره‌سازی (4500 تا 5000)، با نتایج مطالعات مذکور مطابقت دارد. بیش‌ترین میزان رشد ویژه مربوط به گروه تغذیه شده با پروبیوتیک (گروه هفتم) بوده است. یافته‌های Sun و همکاران در رابطه با اثر پروبیوتیک‌ها بر نرخ رشد ویژه در ماهی هامور معمولی (۴۱)، با نتایج پژوهش حاضر مغایرت داشت، به‌طوری‌که افزودن پروبیوتیک به جیره، موجب کاهش نرخ رشد ویژه گردید. به‌نظر می‌رسد، عامل تراکم روی نرخ رشد ویژه تأثیرگذار بوده است، زیرا گروه‌های هفتم و هشتم علی‌رغم این‌که از لحاظ محتوی پروبیوتیکی با گروه‌های دوم و سوم یکسان هستند،

ولی نرخ رشد بهتری را نشان داده‌اند. در پژوهشی، اثر باکتری‌های باسیلوس بر رشد، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و فاکتورهای خونی ماهی باس‌دریایی آسیایی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد، گروه‌های تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک (*Bacillus* گروه شاهد داشته‌اند (۳۸)، که با نتایج مربوط به شاخص‌های رشد در آزمایش حاضر، به جز در بعضی از گروه‌ها، مطابقت دارد. همچنین در پژوهشی در مورد اثر پروبیوتیک‌ها بر رشد ماهی باس‌دریایی آسیایی، Venkatachalam و Kandasamy (۴۲) اظهار داشتند که افزودن پروبیوتیک به جیره موجب بهبود شاخص‌های رشد گردید. به نظر می‌رسد افزایش رشد، به دلیل افزایش اشتها و ترشح آنزیم‌های گوارشی یا بهبود سلامت ماهی در نتیجه کنترل عفونت و افزایش قابلیت هضم مواد غذایی باشد (۴۳). ماهیان تغذیه شده با انواع پروبیوتیک‌ها، به جز گروه‌های پنجم و نهم، نرخ رشد ویژه، افزایش وزن و میزان رشد نسبی بیشتری نسبت به گروه‌های شاهد (اول و ششم) نشان داد. این نتایج با یافته‌های Adorian و همکاران در رابطه با اثر پروبیوتیک‌ها بر شاخص‌های مذکور در ماهی باس‌دریایی آسیایی (۳۸) مطابقت دارد. اما با نتایج پژوهش Sun و همکاران در رابطه با اثر پروبیوتیک‌ها بر شاخص‌های مذکور در ماهی هامور معمولی (۴۱)، مغایرت دارد. ایشان اظهار داشته‌اند که در گروه‌های پروبیوتیکی، بهبود معنی‌داری در این دو شاخص حاصل نشد. شاخص وضعیت یا ضریب چاقی، برای بررسی کیفیت ماهی از نظر وضعیت چاقی یا تناسب ماهی و در کل تعیین وضعیت سلامت جمعیت کاربرد دارد. ماهیانی که شاخص وضعیت در آن‌ها بالاست، نسبت به طولشان ماهیان سنگینی هستند و برعکس، ماهیانی که شاخص وضعیت یا ضریب چاقی در آن‌ها پایین است، نسبت به طولشان ماهیان سبکی هستند (۴۴، ۴۵). در پژوهش حاضر، شاخص وضعیت در تراکم ذخیره‌سازی بالا (۶۵۰۰ تا ۷۰۰۰) در گروه شاهد (ششم) نسبت به گروه‌های تغذیه شده با انواع پروبیوتیک‌ها، وضعیت بهتری را نشان داد به طوری که بیش‌ترین میزان این شاخص در گروه شاهد و کم‌ترین میزان در گروه پنجم مشاهده شد. نتایج مطالعه Adorian و همکاران (۳۸) نتایج پژوهش حاضر در مورد شاخص وضعیت را تأیید می‌کند. ولی در تراکم پایین ذخیره‌سازی، چنین حالتی دیده نمی‌شود، به طوری که گروه شاهد (اول) و گروه پنجم کم‌ترین میزان را از نظر این شاخص دارا می‌باشند. این امر نشان می‌دهد که عامل تراکم در کنار نوع پروبیوتیک، بر شاخص وضعیت در ماهی تأثیرگذار می‌باشد. به جز در گروه پنجم که بیش‌ترین میزان ضریب تبدیل غذایی را نشان داد، در سایر گروه‌ها، میزان این شاخص تغذیه‌ای نسبت به گروه‌های شاهد (اول و ششم) کم‌تر بوده است. این امر نشان می‌دهد که افزودن

پروبیوتیک به جیره موجب بهبود شاخص ضریب تبدیل غذایی در ماهیان شده است. این نتایج با یافته‌های Adorian و همکاران در رابطه با اثر پروبیوتیک‌ها بر میزان ضریب تبدیل غذایی در ماهی باس دریایی آسیایی (۳۸) و همچنین یافته‌های Sun و همکاران در رابطه با اثر پروبیوتیک‌ها بر ضریب تبدیل غذایی در هامور معمولی (۴۱) مطابقت دارد. یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که بیش‌ترین میزان شاخص‌های میزان کارایی پروتئین و میزان کارایی غذا مربوط به گروه هفتم بوده است و بین همه گروه‌های پروبیوتیکی با هم و با گروه‌های شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P \leq 0.05$). کم‌ترین میزان میزان کارایی پروتئین در گروه اول (شاهد اول) و همچنین کم‌ترین میزان میزان کارایی غذا به ترتیب در گروه‌های پنجم و اول به دست آمد. این نتایج، با یافته‌های Won و همکاران مبنی بر اثر پروبیوتیک‌ها بر رشد ماهی تیلاپیا (۴۶)، نتایج مشابهی به دست آمد. به نحوی که گروه‌های پروبیوتیکی نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌داری را از نظر شاخص‌های میزان کارایی غذا و میزان کارایی پروتئین داشته‌اند. همچنین با گزارشات سایر محققان در گونه‌های مختلف ماهیان نیز هم‌سو می‌باشد (۴۷، ۴۸، ۴۹). در همه گروه‌های آزمایشی در تراکم ذخیره‌سازی بالا، میزان میزان کارایی پروتئین بیش‌تری به دست آمد. به نظر می‌رسد در تراکم بالاتر، برای اکثر شاخص‌های رشد و تغذیه، نسبت به گروه‌های با تراکم پایین وضعیت مطلوب‌تری حاصل شده است. به طور کلی، تراکم یک عامل مهم و محدودکننده در پرورش آبزیان محسوب می‌شود. عملکرد رشد و تراکم ذخیره‌سازی ارتباط تنگاتنگی با هم دارند (۵۰)، رقابت برای غذا و استرس، در تراکم‌های بالا، اثر معکوسی بر عملکرد رشد ماهی دارد (۵۱). Ghoosh و همکاران، عملکرد رشد ماهی باس‌دریایی آسیایی را در تراکم‌های مختلف (۱۵، ۳۰ و ۴۵ قطعه ماهی در متر مکعب) در قفس مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که در تراکم ذخیره‌سازی ۳۰ قطعه ماهی در متر مکعب از نظر شاخص‌های رشد و بقا و تولید ماهی، وضعیت مطلوب‌تری حاصل شد و در تراکم ذخیره‌سازی بالا (۴۵ قطعه ماهی در هکتار) رشد و بازماندگی به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (۵۲). همچنین Abeu-zeid در پژوهشی مشابه، اثر تراکم ذخیره‌سازی را بر عملکرد رشد و تغذیه ماهی باس دریایی اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تراکم اثر معکوسی بر شاخص‌های رشد گذاشت (۵۳). این در حالی است که در آزمایش حاضر، در تراکم ذخیره‌سازی بالاتر (۶۵۰۰ تا ۷۰۰ قطعه ماهی در هر استخر ۰/۷ هکتاری با عمق حدود ۱/۵ متر) نتایج مطلوب‌تری حاصل شد. مقایسه تراکم نشان می‌دهد که تراکم ذخیره‌سازی در آزمایش حاضر به مراتب کم‌تر از پایین‌ترین تراکم در پژوهش Ghoosh و همکاران (۵۲)، بوده است

منابع

1. Shariff, M., Yusoff, F.M., Devaraja, T.N. and Srinivasa-Rao, P.S., 2001. The effectiveness of a commercial microbial product in poorly prepared tiger shrimp, *Penaeus monodon* feeding of finfish for Aquaculture. CAB Publishing, 40-50.
2. Jerry, D.R., 2014. Biology and Culture of Asian Seabass *Lates calcarifer*. CRC Press. Boca Raton. FL, USA. 326 p.
3. Greenwood, P.H., 1976. A review of the family Centropomidae (Pisces Perciformes). Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology. 29: 1- 81.
4. Mathew, G., 2009. Taxonomy, identification and biology of Seabass (*Lates calcarifer*). National Training on 'Cage Culture of Seabass' held at CMFRI, Kochi. 14-23 December. 38-43.
5. Singh, R.K., 2000. Growth, survival and production of *Lates calcarifer* in a seasonal rain-fed coastal pond of the Konkan region. Journal of Aquaculture. 8: 55-60.
6. Zhu, H., He, C.C. and Chu, Q.H., 2011. Inhibition of quorum sensing in *Chromobacterium violaceum* by pigments extracted from *Auricularia auricular*. Journal of Letters in Applied Microbiology. 52(3): 269-274.
7. Waters, C.M. and Bassler, B.L., 2005. Quorum sensing: cell-to-cell communication in bacteria. Annual Review of Cell and Developmental Biology. 21: 319-346.
8. Fuente, M., Miranda, C.D., Jopia, P., Gonzalez-Rocha, G., Guiliani, N., Sossa, K. and Urrutia, H., 2015. Growth Inhibition of Bacterial Fish Pathogens and Quorum-Sensing Blocking by Bacteria Recovered from Chilean Salmonid Farms. Journal of Aquatic Animal Health. 27(2): 112-122.
9. Fatemi, A. and Mirzargar, S., 2007. Applied pharmacology of fishes (translation). Tehran University Publications. First edition. 123 p. (In Persian)
10. Pandiyan, P., Balaraman, D., Thirunavukkarasu, R., George, E.G.J., Subaramanian, K., Manikkam, S. and Sadayappan, B., 2013. Probiotics in aquaculture. Journal of Drug Invention Today. 5(1): 55-59.
11. Michael, E.T., Amos, S.O. and Hussaini, L.T., 2014. A Review on Probiotics Application in Aquaculture. International Journal of Fisheries and Aquaculture. 5(4): 111.
12. Wang, Y.B., Tian, Z.Q., Yao, J.T. and Li, W.F., 2008. Effect of probiotics, *Enterococcus faecium*, on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. Journal of Aquaculture. 277(3-4): 203-207.
13. Ringo, E., Dimitroglou, A., Hosseinifar, S.H. and Davies, S.J., 2014. Prebiotics in Finfish: an update. Journal of Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotics and Prebiotics. 1(14): 360-400.
14. Fooks, L.J., Fuller, R. and Gibson, G.R., 1999. Prebiotics, probiotics and human gut microbiology. International Dairy Journal. 9(1): 53-61.
15. Olsen, R. and Ringo, E., 1999. Dominance hierarchy formation in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*): nutrient digestibility of subordinate and dominant fish. Journal of Aquaculture Research. 30(9): 667-671.
16. Díaz-Rosales, P., Arijo, S., Chabrilón, M., Alarcón, F.J., Tapia-Paniagua, S.T., Martínez- Manzanares, E., Balebona, M.C. and Morinigo, M.A., 2009. Effects of two closely related probiotics on respiratory burst activity of Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup)

و این که ماهی باس دریایی، پتانسیل پرورش با تراکم‌های به‌راتب بالاتر نسبت به آزمایش حاضر را دارد. نتایج مطالعه Telli و همکاران در رابطه با اثر توأم پروبیوتیک *Bacillus subtilis* و تراکم بر پارامترهای رشد، نشان داد که از لحاظ عملکرد رشد در گروه شاهد و گروه‌های تغذیه شده با غذای حاوی پروبیوتیک، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی نرخ رشد ویژه و افزایش وزن در تراکم بالاتر (۶۲/۵ قطعه ماهی در مترمکعب)، کاهش پیدا کرد (۲۱). این امر نشان می‌دهد که تراکم ذخیره‌سازی به‌عنوان یک عامل استرس‌زا می‌تواند بر عملکرد رشد تأثیر منفی بگذارد. بررسی اثر پروبیوتیک تجاری حاوی سویه‌های *Pediococcus acidilacticii* *Lactobacillus acidophilus* و *Sacharomyces cerevisiae* و تراکم ذخیره‌سازی (۵۰ و ۱۰۰ قطعه ماهی در مترمکعب) بر ماهیان انگشت‌قد تیلاپای نیل نشان داد که افزایش وزن روزانه، وزن نهایی و طول نهایی در تراکم ذخیره‌سازی پایین و سطح پایین پروبیوتیک (۲/۶ گرم در کیلوگرم غذا) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ولی نرخ رشد ویژه در تراکم ذخیره‌سازی بالا و سطح بالای پروبیوتیک (۶/۶ گرم در کیلوگرم غذا) بالاتر بوده است. هم‌چنین مشخص شد که با وجود بهبود نرخ رشد ویژه در تراکم بالا، افزودن سطح بالای پروبیوتیک به جیره، به‌طور قابل ملاحظه‌ای هزینه غذا را افزایش داد، که یک عامل محدودکننده در پرورش آبزیان محسوب می‌شود (۵۴). احتمالاً با توجه به نتایج حاضر بتوان این‌گونه بیان کرد که پروبیوتیک‌ها می‌توانند بر عملکرد رشد و شاخص سلامت در شرایط پر استرس با تراکم بالا عملکرد مثبتی را از خود بروز دهند و می‌توانند در سیستم‌های پرورشی متراکم بسیار مناسب باشند. به‌کارگیری پروبیوتیک‌ها در جیره، می‌تواند از طریق کاهش غذای لازم برای رشد ماهیان، کارایی تغذیه را افزایش دهد و کاهش هزینه‌های پرورش آبزیان را در پی داشته باشد (۵۵). در تحقیق حاضر نیز افزودن پروبیوتیک به جیره موجب بهبود کارایی غذا گردید. در رابطه با شاخص میزان کارایی غذا به‌جز در گروه نهم (که نسبت به گروه چهارم کم‌تر بود) در سایر گروه‌ها، در تراکم بالا، میزان بیش‌تری را نشان داد. در مجموع، بررسی نتایج نشان داد که علاوه بر نوع پروبیوتیک اضافه شده به جیره، عامل تراکم هم تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد و تغذیه در ماهی باس دریایی آسیایی گذاشته است و مقایسه تراکم در پژوهش حاضر با تحقیقات سایر محققین نشان داد که تراکم ذخیره‌سازی به‌مراتب نسبت به پژوهش‌های مذکور کم‌تر بوده است و این که می‌توان با بررسی اثر تراکم ذخیره‌سازی در دامنه وسیع‌تری، پتانسیل‌های ماهی باس دریایی آسیایی را از نظر تراکم مطلوب با سوددهی بالا، برای پرورش در استخر خاکی شناسایی کرد.

- oxidative status. Journal of Fish Shellfish Immunol. 57: 170-178.
29. **Al-Dohail, M.A., Hashim, R. and Aliyu-Paiko, M., 2009.** Effects of the probiotic, *Lactobacillus acidophilus*, on the growth performance, haematology parameters and immunoglobulin concentration in African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerlings. Journal of Aquaculture Research. 40(14): 1642-1652.
 30. **Magouz, F.I., Dawood, M.A.O., Salem, M.F.I. and Mohamed, A.A.I., 2020.** The effects of fish feed supplemented with *Azolla* meal on the growth performance, digestive enzyme activity, and health condition of genetically-improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Annals of Animal Science. 20(3): 1029-1045.
 31. **Ojolick, E.J., Cusack, R., Benfey, T.J. and Kerr, S.R., 1995.** Survival and growth of all female diploid Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared at chronic high temperature. Journal of Aquaculture. 131(3-4): 177-187.
 32. **Devi, G., Harikrishnan, R., Paray, B.A., Al-Sadoon, M.K., Hoseinifar, S.H. and Balasundaram, C., 2019.** Comparative immunostimulatory effect of probiotics and prebiotics in *Channa punctatus* against *Aphanomyces invadans*. Journal of Fish & Shellfish Immunology. 86: 965-973.
 33. **Gobi, N., Vaseeharan, B., Chen, J.C., Rekha, R., Vijayakumar, S., Anjugam, M. and Iswarya, A., 2018.** Dietary supplementation of probiotic *Bacillus licheniformis* Dabhl improves growth performance, mucus and serum immune parameters, antioxidant enzyme activity as well as resistance against *Aeromonas hydrophila* in tilapia *Oreochromis mossambicus*. Journal of Fish and Shellfish Immunology. 74: 501-508.
 34. **Nayak, S.K., 2010.** Probiotics and immunity: a fish perspective. Journal of Fish and Shellfish Immunol. 29(1): 2-14.
 35. **Khademi, F., Sajjadi, M.M., Sourinejad, I., Mariya, A.R. and Taheri Kondar, O.A.B., 2014.** The effect of dietary supplementation of probiotic "protexin" on growth performance and survival rate in Sobaity Seabream (*Sparidentex hasta*). Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics. 3(2): 65-78. (In Persian)
 36. **Debasis, D.T.K., Ghoshal, R., Raja, A. and Kumar, S., 2013.** Growth performance, nutrient digestibility and digestive enzyme activity in Asian seabass, *Lates calcarifer* juveniles fed diets supplemented with cellulolytic and amylolytic gut bacteria isolated from brackish water fish. Journal of Aquaculture Research. 46(7): 1-11.
 37. **Opiyo, M.A., Jumbe, J., Ngugi, C.C. and Charo Karisa, H., 2019.** Different levels of probiotics affect growth, survival and body composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in low input ponds. Journal of Scientific African. 4: 1-7.
 38. **Adorian, T.J., Jamali, H., Ghafari Farsani, H., Darvishi, P., Hasanpour, H., Bagheri, T. and Roozbehfar, R., 2019.** Effects of Probiotic Bacteria *Bacillus* on Growth Performance, Digestive Enzyme Activity, and Hematological Parameters of Asian Seabass, *Lates calcarifer* (Bloch). Journal of Probiotics and Antimicrobial Proteins. 11(1): 248-255.
 39. **Baghaei Bahmberi, M., Faghani Langeroudi, H., Tolouei, M.H. and Samiei Ardakani, M.H., 2014.** Investigating the effect of Bactocel probiotic on the biological factors of baby elephant fish (*Huso huso*). Journal of Breeding and Aquaculture Sciences. 1(1): 21-34 (In Persian).
 - phagocytes, and protection against Photobacterium damsela subsp. piscicida. Journal of Aquaculture. 293(1-2): 16-21.
 17. **Abd El-Rhman, A.M., Khattab, Y.A.E. and Shalaby, A.M.E., 2009.** *Micrococcus luteus* and *Pseudomonas* species as probiotics for promoting the growth performance and health of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Journal of Fish & Shellfish Immunology. 27(2): 175-180.
 18. **Rengpipat, S., Rueangruklikhit, T. and Piyatiratitivorakul, S., 2008.** Evaluations of lactic acid bacteria as probiotics for juvenile seabass *Lates calcarifer*. Journal of Aquaculture Research. 39(2): 134-143.
 19. **Aly, S.M., Mohamed, M.F. and John, G., 2008.** Effect of probiotics on the survival, growth and challenge infection in *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*). Journal of Aquaculture Research. 39(6): 647-656.
 20. **Hai, N.V., Buller, N. and Fotedar, R., 2009.** Effects of probiotics (*Pseudomonas synxantha* and *Pseudomonas aeruginosa*) on the growth, probiotics bacteria, *Lactobacillus rhamnosus* JCM 1136. Journal of Veterinary Immunology and Immunopathology. 102: 379-388.
 21. **Telli, G.S., Ranzani-Parva, M.J.T., Diaz, D.C., Sussel, F.R., Ishikawa, C.M. and Tachibana, L., 2014.** Dietary administration of *Bacillus subtilis* on hematology and non-specific immunity of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised at different stocking density. Fish and Shellfish Immunology. 39: 305-311.
 22. **Ghanei-Motlagh, R., Mohammadian, T., Gharibi, D., Menanteau-Ledouble, S., Mahmoudi, E., Khosravi, M., Zarea, M. and El-Matbouli, M., 2020.** Quorum Quenching Properties and Probiotic Potentials of Intestinal Associated Bacteria in Asian Sea Bass *Lates calcarifer*. Journal of Marine Drugs. 18(23): 1-25.
 23. **Mohammadi Makvandi, Z., Mesbah, M., Gharibi, D., Alishahi, M. and Ghorbanpour, M., 2019.** Evaluation of antimicrobial activity of isolated bacteria from white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) intestine, water and sediment in Choebde, Abadan. Journal of Animal Environment. 11(1): 293-302. (In Persian)
 24. **Planas, M., Vazquez J.A., Marques J., Peres-Lomba R., Gonzalez, M.P. and Murado, M., 2004.** Enhancement of rotifer (*Brachionus plicatilis*) growth by using terrestrial lactic acid bacteria. Journal of Aquaculture. 240(1-4): 313-329.
 25. **Vine, N.G., Leukes, W.D., Kaiser, H., Daya, S., Baxter, J. and Hecht, T., 2004.** Competition for attachment of aquaculture candidate probiotic and pathogenic bacteria on fish intestinal mucus. Journal of fish disease. 27(6): 319-326.
 26. **Chu, W., Lu, F., Zhu, W. and Kang, C., 2010.** Isolation and characterization of new potential probiotic bacteria based on quorum-sensing system. Journal of Applied Microbiology. 110(1): 202-208.
 27. **Mohammadian, T., Alishahi, M., Tabandeh, M.R., Ghorbanpoor, M., Gharibi, D., Tollabi, M. and Rohanzade, S., 2016.** Probiotic effects of *Lactobacillus plantarum* and *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* on some immune-related parameters in *Barbus grypus*. Journal of Aquaculture International. 24(1): 225-242.
 28. **Dawood, M.A.O., Koshio, S., Ishikawa, M., El-Sabagh, M., Esteban, M.A. and Zaineldin, A.I., 2016.** Probiotics as an environment-friendly approach to enhance red sea bream, *Pagrus major* growth, immune response and

- performance of Asian seabass *Lates calcarifer* (Bloch, 1790) stocked at varying densities in floating cages in Godavari Estuary, Andhra Pradesh, India. Indian JournL of fish. 63(3): 146-149.
53. **Abou-zeid, R.M., 2010.** Effect of stocking density on growth performance and feed utilization of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in cages suspended in natural pond. Fayoum Journal of agriculture research. 24(1): 120-127.
 54. **Prado-rebolledo, O.F., Gracia-marcuis, L.J., Macedo barragan, R.J., Garcia-curiel, J.L., Sanchez-barajas, M. and Tellez-isaías, Y.G., 2014.** Effects of probiotic and stocking density on nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) productive performance. Revista Scientifica Veterinaria. 24(2): 180-184.
 55. **Yanbo, W. and Zirong, X., 2006.** Effect of probiotic for commom carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzymes activities. Journal of Animal Feed Science and Technology. 127(3): 283-292.
 40. **Azari Takami, Gh.; Modbbberi, A. and Bahmanesh, Sh., 2013.** Investigating the addition of Bactocel to salmon diet and its effects on growth factors, immunity and resistance to environmental stress. Research project, Islamic Azad University, Lahijan branch. 24 p.
 41. **Sun, Y.Z., Yang, H.L., Ma, R.L. and Lin, W.Y., 2010.** Probiotic aplications of two dominant gut *Bacillus* strains with antagonistic activity improved the growth performance and immune responcees of grouper *Epinephelus coioides*. Journal of Fish and Shellfish Immunology. 29(5): 803-809.
 42. **Venkatachalam, S. and Kandasamy, K., 2017.** Microbial probiotics for better fish survival and growth of Asian seabass (*Lates calcarifer*). International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 5(4): 129-135.
 43. **Gatesoupe, F.J. and Ringo, E., 1998.** Lactic acid bacteria in fish: a review. Journal of Aquaculture. 160 (3-4): 177-203.
 44. **Wootton, R.J., 1990.** Ecology of teleosti fishes. Chapman and Hall, Fish and Fisheries Series 1. 404 p.
 45. **Jones, R.E., Petrell, R.J. and Pauly, D., 1999.** Using modified length-weight relationships to assess the condition of fish. Aquacultural Engineering. 20(4): 261-276.
 46. **Won, S., Hamidoghli, A., Choi, W., Park, Y., Jang, W.J., Kong, I.S. and Bai, S.C., 2020.** Effects of *Bacillus subtilis* wb60 and *Lactococcus lactis* on growth, immune responses, histology and gene expression in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Microorganisms. 8: 67
 47. **Lee, S., Katya, K., Park, Y., Won, S., Seong, M. and Bai, S.C., 2017.** Comparative evaluation of dietary probiotics *Bacillus subtilis* WB60 and *Lactobacillus plantarum* KCTC3928 on the growth performance, immunological parameters, gut morphology and disease resistance in Japanese eel, *Anguilla japonica*. Journal of Fish and Shellfish Immunol. 61: 201-210.
 48. **Xia, Y., Lu, M., Chen, G., Cao, J., Gao, F., Wang, M., Liu, Z., Zhang, D., Zhu, H. and Yi, M., 2018.** Effects of dietary *Lactobacillus rhamnosus* JCM1136 and *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* JCM5805 on the growth, intestinal microbiota, morphology, immune response and disease resistance of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Journal of Fish and Shellfish Immunol. 76: 368-379.
 49. **El-Rhman, A.M.A., 2009.** Effect of probiotic for commom carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzymes activities; Khattab, Y.A. and Shalaby, A.M., 2009. *Micrococcus luteus* and *Pseudomonas* species as probiotics for promoting the growth performance and health of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Journal of Fish and Shellfish Immunol. 27(2): 175-180.
 50. **Coulibaly, A., Ouattara, I. N., Kone, T., N'Douba, V., Snoeks, J., Bi, G.G. and Kouamelan, E.P., 2007.** First results of floating cage culture of the African catfish *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840: Effect of stocking density on survival and growth rates. Journal of Aquaculture. 263: 61-67.
 51. **Barcellos, L.J.G., Kreutz, L.C., Quevedo, M.R., Fioreze, I., Cericato, L., Soso, A.B., Fagundes, M., Conrad, J., Baldissera, R.K., Bruschi, A. and Ritter, F., 2004.** Nursery rearing of *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement. Aquaculture. 232: 383-394.
 52. **Goosh, S., Megarajan, S., Ranjan, R., Dash, B., Pattnaik, P., Edward, L. and Xavier, B., 2016.** Growth