

تأثیر سطوح مختلف سین بیوتیک با یومین ایمبو (Biomin Imbo) بر کارآیی رشد، تغذیه، ترکیب لاشه و برخی فاکتورهای ایمنی-خونی بچه ماهیان کفال خاکستری (*Mugil cephalus*)

زینب روحی^{۱*}، جواد قاسم زاده^۱، ظهیر شکوه سلجوقی^۲

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران، ۹۹۷۱۷۵۶۴۹۹

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران، ۸۱۷۴۶۷۳۴۴۱

تاریخ دریافت: ۱۷ تیر ۱۳۹۶

تاریخ پذیرش: ۱۷ آذر ۱۳۹۶

چکیده

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر سطوح مختلف سین بیوتیک Biomin Imbo بر کارآیی رشد، تغذیه ترکیب لاشه و برخی فاکتورهای ایمنی-خونی بچه ماهیان کفال خاکستری (*Mugil cephalus* L.) می باشد. بچه ماهیان انگشت قد کفال با میانگین وزن اولیه $6/27 \pm 0/021$ گرم به طور تصادفی در ۱۲ آکواریوم توزیع و به مدت ۴۵ روز با جیره های حاوی سطوح مختلف سین بیوتیک شامل صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱/۵ و ۳ درصد سین بیوتیک تغذیه شدند. در پایان آزمایش برخی از شاخص های مربوط به رشد، تغذیه، ترکیب لاشه و همچنین پارامترهای ایمنی-خونی بچه ماهیان مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج بدست آمده، افزودن سین بیوتیک به جیره ی پایه سبب افزایش رشد، نرخ رشد ویژه، کارآیی تبدیل غذا و کاهش ضریب تبدیل غذایی گردید ($P < 0/05$). سین بیوتیک تأثیر معنی داری بر افزایش پروتئین خام، نسبت کارآیی پروتئین، ارزش تولید پروتئین و نسبت کارآیی چربی و همچنین کاهش چربی خام و ارزش تولید چربی داشت ($P < 0/05$). این سین بیوتیک همچنین باعث افزایش معنی دار درصد لنفوسیت ها گردید و بر عکس درصد مونوسیت ها و نوتروفیل ها را به طور معنی داری ($P < 0/05$) کاهش داد. نتایج این مطالعه نشان داد که تمامی تیمارهای مکمل شده با سین بیوتیک Biomin Imbo، از قابلیت بالایی در بهبود شرایط رشد، کارآیی تغذیه، ترکیب لاشه و برخی فاکتورهای ایمنی-خونی بچه ماهیان کفال خاکستری نسبت به تیمار کنترل برخوردار می باشد که در این میان تیمار ۳ درصد سین بیوتیک بهترین عملکرد را نشان داده است.

کلمات کلیدی: سین بیوتیک Biomin Imbo، رشد، تغذیه، ترکیب لاشه، عوامل ایمنی-خونی، کفال خاکستری (*Mugil cephalus*).

مقدمه

امروزه کاربرد پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها به‌منظور افزایش عملکرد رشد و بهبود جمعیت باکتریایی دستگاه گوارش از ایده‌های مطرح در صنعت آبی‌پروری محسوب می‌شود (Hoseinifar et al., 2011). پروبیوتیک‌ها نهاده‌های غذایی میکروبی زنده‌ای هستند که با تنظیم فلور میکروبی روده و جایگزین شدن در آنجا، اثرات سودمندی را بر روی جانور میزبان از طریق اعمال تغییرات میکروبی روده ایجاد می‌نمایند (Fuller, 1992). پری‌بیوتیک‌ها نیز نهاده‌های غذایی غیر قابل هضمی هستند که از طریق تحریک انتخابی رشد و فعال کردن یک یا تعداد محدودی از گونه‌های باکتریایی مفیدی که در روده وجود دارد، اثرات سودمندی بر میزبان داشته و سلامتی آن‌ها را بهبود می‌بخشند (Gibson and Roberfroid, 1995). بعد از مطرح شدن ایده کاربرد پرو و پری‌بیوتیک‌ها و مشخص شدن اثرات مفید آن‌ها، کاربرد ترکیبات جدیدی با نام سین‌بیوتیک‌ها مطرح گردید. سین‌بیوتیک به ترکیبی از یک پروبیوتیک (افزودنی میکروبی زنده مفید) و یک پری‌بیوتیک (ترکیب خوراکی غیر قابل هضم) گفته می‌شود که از اثرات هر دو این ترکیبات به صورت همزمان، بهره‌مند می‌باشد (Ai et al., 2011). در واقع سین‌بیوتیک‌ها قادر به بالا بردن ماندگاری و بقاء زیستی باکتری‌های بخش بالایی روده و همچنین افزایش کارایی دستگاه گوارش می‌باشند (Cerezuela et al., 2011). با توجه به وجود اطلاعات متعدد در زمینه تأثیر پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها در آبی‌پروری، هم‌اکنون اطلاعات بسیار محدودی در زمینه کاربرد سین‌بیوتیک‌ها در جیره‌ی غذایی آبزیان و بخصوص آبزیان دریایی وجود

دارد که از آن جمله می‌توان به افزایش پارامترهای رشد در قزل‌آلای رنگین‌کمان (Rodriguez-Estrada et al., 2009)، بچه ماهیان سفید (طالبی حقیقی و همکاران، ۱۳۸۹)، سوکلا (Geng et al., 2011)، بچه ماهیان شوریده (Ai et al., 2011)، بچه ماهیان انگشت قد قزل‌آلای رنگین‌کمان (Mehrabi et al., 2012)، کپور معمولی (قاسم پور دهاقانی و همکاران، ۱۳۹۲)، بچه ماهیان گورخری (Nekoubin et al., 2012)، میگوی جوان پا سفید غربی (وشتانی و همکاران، ۱۳۹۳)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (Firouzbakhsh et al., 2014) و همچنین تثبیت فلور میکروبی روده تاس ماهیان روسی نسبت به باکتری اسید لاکتیک (Vaezi et al., 2016) اشاره نمود. با وجود اطلاعات موجود در مورد ماهیان مختلف، تاکنون هیچ گونه مطالعه‌ای در زمینه‌ی ارزیابی اثر کاربرد این افزودنی غذایی بر روی ماهی کفال خاکستری انجام نگرفته است. گوشت سفت، کم تیغ و لذیذ کفال ماهیان (آذری تاکامی، ۱۳۶۳) و همچنین قابلیت تحمل دامنه گسترده‌ای از شوری و درجه حرارت به خصوص در گونه کفال خاکستری، امکان پرورش آن را در استخرهای مصنوعی به‌صورت تک گونه‌ای و یا توأم با میگو فراهم آورده است. بنابراین تحقیق در جنبه‌های مختلف بیولوژی، تولید مثل، تغذیه، رشد و بیماری‌های این ماهی ضرورت داشته و به گسترش دانش ما و افزایش بهره‌وری از این منبع پروتئین دریایی کمک می‌کند (حسینی آغوزینی و همکاران، ۱۳۸۹). تحقیق حاضر با هدف ارتقاء معیارهای رشدی، تغذیه‌ای، ترکیب بیوشیمیایی بدن و برخی فاکتورهای ایمنی-خونی بچه ماهیان کفال خاکستری با استفاده از سه سطح متفاوت

سین بیوتیک Biomin Imbo در جیره‌ی غذایی پایه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۴۰ قطعه بچه ماهی کفال خاکستری با میانگین وزنی $6/27 \pm 0/21$ گرم پس از انجام عملیات رقم بندی، از مرکز تکثیر و پرورش میگوی شهید مدنی واقع در ایستگاه کنارک - سیستان و بلوچستان خریداری و به کارگاه شیلات دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار منتقل گردید. این تحقیق در یک طرح کاملاً تصادفی که شامل سطوح صفر (شاهد)، $0/5$ ، $1/5$ و 3 درصد سین بیوتیک بود، در چهار تیمار و هر کدام با 3 تکرار طراحی گردید. سین بیوتیک فوق الذکر یک محرک رشد بوده و توسط شرکت بین‌المللی Biomin استرالیا تهیه شده است. ترکیب پروبیوتیکی موجود در سین بیوتیک Biomin Imbo باکتری گرم مثبت "*Enterococcus faecium*" به میزان $10^{11} \times 5$ CFU/kg از خانواده لاکتوباسیوس‌ها است که منجر به ایجاد یک فلور طبیعی پایدار در دستگاه گوارش شده و با رشد سریع و اسیدی کردن محیط مانع رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا می‌گردد (Sun et al., 2008; Wang et al., 2012). بخش پری‌بیوتیکی موجود در این محصول نیز شامل یک فروکتوالیگوساکارید با نام عمومی "اینولین" است. بچه ماهیان پس از گذراندن دوره‌ی سازگاری و ضد عفونی در 12 آکواریوم 50 لیتری و با تراکم 20 قطعه در هر آکواریوم قرار داده شدند و به مدت 45 روز در دو نوبت صبح و عصر (در ساعات مشخص $9:00$ و $17:00$) به صورت دستی توسط جیره از قبل ساخته شده تغذیه

می‌شدند که میزان آن بر اساس 3 درصد وزن توده زنده هر آکواریوم تعیین گردید (Mehrabi et al., 2012).

جهت تهیه جیره‌های آزمایشی ابتدا جیره‌ی غذایی پایه توسط آسیاب به صورت کاملاً پودری در آمد و سپس به ازای هر یک کیلو جیره‌ی غذایی پایه، افزودنی غذایی سین بیوتیک با توجه به نسبت‌های آورده شده به غذای پودری شکل اضافه و به‌طور یکنواخت مخلوط گردیدند و این عمل با افزودن تدریجی آب مقطر به مدت 15 دقیقه دیگر ادامه یافت. پس از آن خمیر منسجم حاصله با کمک چرخ گوشت به رشته‌های بلند و با قطر خروجی 2 میلی‌متر در آمد (اکرمی و همکاران، 1388). در آخر نیز رشته‌ها به مدت 4 ساعت در معرض هوا در شرایط کاملاً استریل (زیر هود) خشک و پس از در آوردن آن‌ها به اندازه‌های مناسب، در کیسه‌های نایلونی بسته‌بندی و در یخچال با درجه حرارت 4 درجه سانتی‌گراد تا زمان مصرف نگهداری گردید (Mehrabi et al., 2012). تمامی آکواریوم‌ها در طی دوره آزمایش در شرایط فیزیکی و شیمیایی تقریباً ثابتی نگهداری شدند. در این مدت سنجش فاکتورهای دما، شوری و pH به صورت روزانه و توسط دستگاه‌های دماسنج، شوری‌سنج و pH متر اندازه‌گیری و ثبت شد که میانگین آن‌ها به ترتیب $26/79 \pm 1/01$ ، $37/42 \pm 2/01$ ppt و $7/55 \pm 0/19$ می‌باشد.

تجزیه تقریبی جیره‌ها و لاشه بچه ماهیان و تعیین ترکیب بیوشیمیایی آن‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد انجام گرفت (AOAC, 1990). میزان پروتئین کل با استفاده از دستگاه کج‌جلدال (مارک VEIP مدل 142 UDK و 8S DK)، میزان انرژی با استفاده از دستگاه بمب کالری‌متر (مارک IKA مدل C5003)،

میزان چربی با استفاده از روش سوکسله (مارک SOXTEC AVANI مدل SOXTEC Auto 2050 Extraction unit)، میزان رطوبت با استفاده از آون مارک (Memmert مدل UN55) در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت، مقدار خاکستر نیز با استفاده از کوره الکتریکی (مارک GALLENKAMP

مدل Hotspot Furance) در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۴ ساعت اندازه‌گیری شد. اجزاء و ترکیب بیوشیمیایی جیره‌های آزمایشی که به شکل پلت و به صورت دستی به ماهیان داده می‌شد، در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: اجزاء و ترکیبات بیوشیمیایی جیره‌های آزمایشی

اجزاء (درصد)	۰	۰/۵	۱/۵	۳
روغن ماهی (روغن کیلکا)	۳	۳	۳	۳
روغن سویا	۳	۳	۳	۳
کلسترول	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
لستین	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵
مکمل معدنی	۲	۲	۲	۲
مکمل ویتامینی	۲	۲	۲	۲
پودر ماهی (ماهی کیلکا)	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵
پودر میگو	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
بایندر (پودر استخوان)	۲	۲	۲	۲
دی کلسیم فسفات	۱	۱	۱	۱
آنتی اکسیدان	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
ترکیبات بیوشیمیایی (درصد)	۰	۰/۵	۱/۵	۳
ماده خشک	۸۷/۶۲ ^a	۸۷/۳۲ ^a	۸۷/۴۴ ^a	۸۷/۳۱ ^a
پروتئین	۴۱/۴۹ ^a	۴۱/۲۳ ^a	۴۱/۹۰ ^a	۴۱/۵۲ ^a
خاکستر	۷/۳۷ ^a	۷/۴۶ ^a	۷/۳۵ ^a	۷/۶۲ ^a
رطوبت	۱۲/۳۸ ^a	۱۲/۶۸ ^a	۱۲/۵۶ ^a	۱۲/۶۹ ^a
چربی	۱۷/۰۸ ^c	۱۸/۰۲ ^{bc}	۱۸/۱۸ ^b	۱۸/۸۹ ^a
انرژی خام (مگاژول بر کیلوگرم جیره)	۱۴/۳۸ ^c	۱۵/۳۱ ^{bc}	۱۵/۵۵ ^b	۱۵/۹۴ ^a

اعداد با حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف میان آن‌ها می‌باشد ($P < 0.05$). (Mean±S.D.)

جهت کسب آگاهی از روند انجام آزمایش، برآورد شاخص‌های رشدی و پارامترهای تغذیه‌ای بچه ماهیان هر ۱۵ روز یکبار انجام می‌گردید (Firouzbakhsh et al., 2014 ; Mehrabi et al., 2012). بدین صورت که تعداد ۳ قطعه بچه ماهی به‌طور

کاملاً تصادفی از هر یک از تکرارها برداشته، و پس از بیهوشی نسبی در عصاره گل میخک با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، وزن آنها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم و طول کل توسط کولیس و با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری می‌شد. سپس از هر یک از

افزایش وزن بدن (%WG)، طول نهایی، نرخ رشد ویژه (SGR)، فاکتور وضعیت (%CF)، میانگین رشد روزانه (ADG)، غذای نسبی خورده شده (RFI) و همچنین پارامترهای تغذیه‌ای شامل ضریب تبدیل غذایی (FCR)، کارایی تبدیل غذا (FCE)، ارزش تولید پروتئین (PPV)، ارزش تولید چربی (LPV)، نسبت کارایی پروتئین (PER) و نسبت کارایی چربی (LER) از طریق روابط زیر تعیین گردیدند (Austreng 1978; Helland *et al.*, 1996; Hevroy *et al.*, 2005; Da Silva *et al.*, 2002).

بچه ماهیان از طریق قطع ساقه دمی توسط اسکالپل استریل نمونه خون گرفته و گسترش خونی تهیه گردید. لام‌های گسترش خونی پس از رنگ آمیزی و شستشو، توسط میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۱۰۰ (با استفاده از روغن سدر (روغن امرسیون) بررسی و گلبول‌های سفید خون با توجه به شکل آنها مورد شناسایی و شمارش قرار گرفتند. در هر گسترش تعداد ۱۰۰ عدد گلبول سفید به صورت تصادفی شمارش و درصد فراوانی آن‌ها محاسبه گردید (Blaxhall and Daisley, 1973). بر اساس میانگین داده‌های به دست آمده، شاخص‌های رشد نظیر وزن نهایی، درصد

درصد افزایش وزن بدن = (وزن نهایی (گرم) - وزن اولیه (گرم)) / وزن اولیه (گرم) × ۱۰۰
 نرخ رشد ویژه = (لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم) - لگاریتم طبیعی وزن اولیه (گرم)) / طول دوره آزمایش × ۱۰۰
 فاکتور وضعیت = (وزن نهایی (گرم)) / طول کل (سانتی‌متر) × ۱۰۰
 میانگین رشد روزانه = (وزن نهایی (گرم) - وزن اولیه ماهی (گرم)) / وزن اولیه (گرم) × طول دوره آزمایش × ۱۰۰
 غذای نسبی خورده شده = (غذای خورده شده / (وزن نهایی (گرم) - وزن اولیه (گرم)) × طول دوره آزمایش) × ۱۰۰
 ضریب تبدیل غذایی = غذای خورده شده (گرم) / وزن به دست آمده (گرم)
 کارایی تبدیل غذا = وزن به دست آمده (گرم) / غذای خورده شده (گرم)
 ارزش تولید پروتئین = پروتئین ابقاء شده (گرم) / پروتئین خورده شده (گرم)
 ارزش تولید چربی = چربی ابقاء شده (گرم) / چربی خورده شده (گرم)
 نسبت کارایی پروتئین = وزن به دست آمده (گرم) / پروتئین خورده شده (گرم)
 نسبت کارایی چربی = وزن به دست آمده (گرم) / چربی خورده شده (گرم)

نتایج

شاخص‌های رشد و تغذیه: تأثیر سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر روی برخی شاخص‌های رشد و تغذیه بچه ماهیان کفال به ترتیب در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است. طبق جدول ۲، مقادیر شاخص‌های رشدی نظیر وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، طول نهایی، نرخ

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده با استفاده از روش آنالیز واریانس یک طرفه، در قالب طرح کاملاً تصادفی و توسط نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۱۶) انجام پذیرفت. در این روش برای مقایسه‌ی داده‌ها از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ($P < 0.05$) استفاده گردید.

رشد ویژه، و میانگین رشد روزانه تیمارهای آزمایشی به طور معنی داری بالاتر از مقادیر مربوط به تیمار شاهد بود ($P < 0.05$). بالاترین میانگین درصد افزایش وزن بچه ماهیان در تیمار ۳ درصد (42.72 ± 19.23 گرم) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد (14.02 ± 4.40 گرم) بدست آمد. نتایج بدست آمده کاهش معنی دار فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی ($P < 0.05$) در تیمار ۳ درصد (0.92 ± 0.10 گرم) را نسبت به سایر تیمارها نشان داد که بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد است (1.01 ± 0.05 گرم). غذای نسبی خورده شده نیز در تمامی تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت ($P < 0.05$)؛ به طوری که کمترین و بیشترین مقدار غذای نسبی خورده شده به ترتیب متعلق به تیمارهای ۳ درصد (8.91 ± 5.39 گرم) و شاهد (22.09 ± 6.42 گرم) می باشد.

نتایج مربوط به شاخص های تغذیه (جدول ۳) نیز از طرفی کاهش ضریب تبدیل غذایی و از طرفی دیگر

افزایش کارایی تبدیل غذا در تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار کنترل را نشان می دهند ($P < 0.05$). سین بیوتیک موجود در تیمارهای آزمایشی همچنین منجر به افزایش ارزش تولید پروتئین در بچه ماهیان گردید به طوری که نتایج نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهای آزمایشی با یکدیگر و با تیمار شاهد می باشند ($P < 0.05$). کاهش معنی دار ارزش تولید چربی در تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد ($P < 0.05$) نیز از دیگر اثرات این سین بیوتیک می باشد و کمترین مقدار مربوط به تیمار ۳ درصد (0.33 ± 0.03) است. نسبت کارایی پروتئین و نسبت کارایی چربی در تیمارهای آزمایشی در مقایسه تیمار شاهد افزایش معنی داری یافته ($P < 0.05$) که بیشترین مقدار این پارامترها نیز به ترتیب 0.64 ± 0.02 گرم و 0.14 ± 0.06 گرم در تیمار ۳ درصد محاسبه گردید.

جدول ۲: شاخص های رشد بچه ماهیان کفال خاکستری تغذیه شده با سطوح مختلف سین بیوتیک

شاخص های رشد	تیمار کنترل	تیمار ۰/۵٪	تیمار ۱/۵٪	تیمار ۳٪
وزن نهایی (گرم)	7.52 ± 0.01^d	9.20 ± 0.01^c	9.88 ± 0.06^b	10.21 ± 0.01^a
درصد افزایش وزن (گرم)	14.02 ± 4.40^c	31.77 ± 14.37^b	38.21 ± 18.20^{ab}	42.72 ± 19.23^a
طول نهایی (سانتی متر)	9.21 ± 0.02^d	9.97 ± 0.01^c	10.26 ± 0.17^b	10.64 ± 0.02^a
نرخ رشد ویژه (درصد)	0.29 ± 0.08^c	0.59 ± 0.24^b	0.69 ± 0.30^{ab}	0.77 ± 0.31^a
فاکتور وضعیت	1.01 ± 0.05^a	1.00 ± 0.06^a	0.97 ± 0.08^a	0.92 ± 0.10^b
میانگین رشد روزانه (گرم)	0.31 ± 0.09^c	0.70 ± 0.31^b	0.84 ± 0.40^{ab}	0.94 ± 0.42^a
غذای نسبی خورده شده (درصد)	22.09 ± 6.42^a	12.01 ± 7.31^b	10.38 ± 6.68^b	8.91 ± 5.39^b

اعداد با حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان دهنده معنی دار بودن اختلاف میان آن ها می باشد ($P < 0.05$). (Mean $\pm$ S.D)

جدول ۳: شاخص‌های تغذیه بچه ماهیان کفال خاکستری تغذیه شده با سطوح مختلف سین‌بیوتیک

شاخص‌های تغذیه	تیمار کنترل	تیمار ۰/۵٪	تیمار ۱/۵٪	تیمار ۳٪
ضرب تبدیل غذایی	۴/۹۷±۱/۴۴ ^a	۲/۷۰±۱/۶۴ ^b	۲/۳۳±۱/۵۰ ^b	۲/۰۰±۱/۲۱ ^b
کارآیی تبدیل غذا	۲۲/۰۱±۶/۹۰ ^c	۴۹/۸۷±۲۲/۵۵ ^b	۵۹/۹۸±۲۸/۵۵ ^{ab}	۶۷/۰۸±۳۰/۲۰ ^a
ارزش تولید پروتئین	۰/۴۳±۰/۰۱ ^d	۰/۴۵±۰/۰۲ ^c	۰/۴۶±۰/۰۳ ^b	۰/۴۷±۰/۰۳ ^a
ارزش تولید چربی	۰/۴۱±۰/۰۱ ^a	۰/۳۷±۰/۰۳ ^b	۰/۳۵±۰/۰۳ ^b	۰/۳۳±۰/۰۳ ^c
نسبت کارآیی پروتئین	۰/۰۲۱±۰/۰۱ ^c	۰/۰۴۸±۰/۰۲ ^b	۰/۰۵۷±۰/۰۲ ^{ab}	۰/۰۶۴±۰/۰۲ ^a
نسبت کارآیی چربی	۰/۰۵±۰/۰۱ ^c	۰/۱۱±۰/۰۵ ^b	۰/۱۳±۰/۰۶ ^{ab}	۰/۱۴±۰/۰۶ ^a

اعداد با حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف میان آن‌ها می‌باشد ($P < 0.05$). (Mean±S.D.)

ترکیب بیوشیمیایی بدن: نتایج مربوط به آنالیز لاشه (جدول ۴) نشان داد که کاربرد سین‌بیوتیک در جیره‌ی غذایی بچه ماهیان کفال خاکستری منجر به بهبود کیفیت ترکیب بیوشیمیایی لاشه آنان شده است، به‌طوری که مقدار پروتئین در تیمارهای آزمایشی به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار کنترل افزایش یافت ($P < 0.05$). همچنین اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۰/۵

درصد و تیمار ۳ درصد مشاهده شد ($P < 0.05$) و بیشترین مقدار متعلق به تیمار ۳ درصد (19.65 ± 1.34) بود اما اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۳ درصد و تیمار ۱/۵ درصد مشاهده نگردید ($P > 0.05$). کاهش معنی‌دار درصد چربی، خاکستر و رطوبت تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد ($P < 0.05$) نیز در جدول ۴ گزارش گردیده است.

جدول ۴: ترکیب بیوشیمیایی لاشه بچه ماهیان کفال خاکستری تغذیه شده با سطوح مختلف سین‌بیوتیک

ترکیبات لاشه	کنترل	تیمار ۰/۵٪	تیمار ۱/۵٪	تیمار ۳٪
پروتئین	۱۸/۰۴±۰/۵۶ ^c	۱۸/۷۶±۰/۹۰ ^b	۱۹/۲۲±۱/۱۲ ^{ab}	۱۹/۶۵±۱/۳۴ ^a
چربی	۶/۹۷±۰/۲۶ ^a	۶/۶۴±۰/۵۵ ^b	۶/۴۶±۰/۶۱ ^{bc}	۶/۲۴±۰/۶۹ ^c
خاکستر	۵/۵۹±۰/۱۶ ^a	۵/۴۵±۰/۲۵ ^{ab}	۵/۳۳±۰/۳۰ ^b	۵/۱۴±۰/۴۲ ^c
رطوبت	۷۶/۹۰±۰/۶۶ ^a	۷۵/۶۴±۱/۶۰ ^b	۷۵/۰۲±۱/۸۰ ^b	۷۴/۰۱±۲/۴۷ ^c

اعداد با حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف میان آن‌ها می‌باشد ($P < 0.05$). (Mean±S.D.)

فاکتورهای ایمنی-خونی: طبق جدول ۵، سلول‌های خونی لنفوسیت در تمامی تیمارهای آزمایشی به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$). همچنین نتایج از طرفی نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار سلول‌های خونی مونوسیت در تمامی تیمارهای آزمایشی

($P < 0.05$) به جز تیمار ۰/۵ درصد ($P > 0.05$) بوده و از طرفی کاهش معنی‌دار نوتروفیل‌ها را در تمامی تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد ($P < 0.05$).

جدول ۵: روند تغییرات گلبول‌های سفید بچه ماهیان کفال خاکستری تغذیه شده با سطوح مختلف سین‌بیوتیک

سلول	کنترل	تیمار ۰/۵٪	تیمار ۱/۵٪	تیمار ۳٪
لنفوسیت	۷۸/۰۰±۱/۰۰ ^c	۸۰/۰۰±۲/۰۰ ^b	۸۱/۰۰±۱/۰۰ ^{ab}	۸۱/۰۰±۲/۰۰ ^a
مونوسیت	۴/۰۰±۰/۰۰ ^a	۴/۰۰±۱/۰۰ ^{ab}	۴/۰۰±۱/۰۰ ^{bc}	۳/۰۰±۱/۰۰ ^c
نوتروفیل	۱۶/۰۰±۱/۰۰ ^a	۱۵/۰۰±۲/۰۰ ^b	۱۴/۰۰±۱/۰۰ ^{bc}	۱۴/۰۰±۲/۰۰ ^c

(Mean±S.D). (P<۰/۰۵). (P<۰/۰۵) می‌باشد

بحث

کاربرد پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها یکی از عوامل بهبود بخش عملکرد رشد و افزایش بازده آبی‌پروری در سراسر جهان و از جمله کشور ما محسوب می‌شود که تحقیقات انجام شده در این زمینه نتایج امیدوار کننده‌ای را در پی داشته است (Hoseinifar et al., 2011). در واقع استفاده از سین‌بیوتیک‌ها که ترکیبی از پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها می‌باشد، احتمالاً مزایای بیشتری نسبت به کاربرد هر یک از آن‌ها به تنهایی دارد (Merrifield et al., 2010). در تحقیق حاضر، افزودن سین‌بیوتیک به جیره‌ی غذایی بچه ماهیان کفال خاکستری کارآیی رشد، تغذیه و ترکیب بیوشیمیایی لاشه بچه ماهیان را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشید. تحقیقات مختلفی در زمینه کاربرد سین‌بیوتیک‌ها در آبزیان انجام شده که نتایج برخی از آن‌ها موافق و برخی دیگر مخالف با نتایج تحقیق حاضر می‌باشند. به عنوان مثال؛ در مطالعه Mehrabi و همکاران (۲۰۱۲) کاربرد همزمان پروبیوتیک انتروکوکوس فاسیوم و پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید در یک ترکیب واحد تحت عنوان سین‌بیوتیک منجر به افزایش معنی‌دار پارامترهای رشد و تغذیه از جمله درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و کارآیی تبدیل غذا و از طرفی کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی و فاکتور وضعیت در بچه

ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

گردید. در تحقیق حاضر نیز ضریب تبدیل غذایی کاهش و کارآیی تبدیل غذا افزایش معنی‌داری را نشان داده که از جمله موارد با اهمیت در بحث پرورش آبزیان به شمار می‌روند. نتایج مشابهی نیز در تحقیقات انجام شده بر روی بچه ماهیان سفید (طالبی حقیقی و همکاران، ۱۳۸۹)، بچه ماهیان گورخری (*rerio Danio*) (Nekoubin et al., 2012)، بچه ماهیان سیچلاید (*Herichthys cyanoguttatus*) (Montajami et al., 2012)، میگوی جوان پا سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) (وشستانی و همکاران، ۱۳۹۳) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (Dehaghani et al., 2015)، به چشم می‌خورد. Mahghani و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش نمودند که افزودن ۲ گرم سین‌بیوتیک در یک کیلوگرم جیره‌ی غذایی بچه ماهیان کاراس، توانست تأثیر معنی‌داری در بهبود عملکرد رشد و کارآیی تغذیه آنان داشته باشد. طبق نتایج ارائه شده توسط Ye و همکاران (۲۰۱۱)، تغذیه سفره ماهیان (*Paralichthys olivaceus*) با میانگین وزنی ۲۱ گرم توسط فروکتوالیگوساکارید، مانان اولیگوساکارید و یا *Bacillus clausii* به صورت ترکیبی (سین‌بیوتیک) بازده رشد و کارآیی تغذیه بالاتری را نسبت به استفاده هر یک از آن‌ها به تنهایی نشان داد. نتایج مشابهی نیز در تحقیق Rodriguez-

Estrada و همکاران (۲۰۰۹) که در آن قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) توسط ترکیب مانان اولیگوساکارید و *Enterococcus faecalis* تغذیه شدند، مشاهده گردید. غذای نسبی خورده شده در تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار کنترل به صورت معنی داری کاهش یافته است که بیانگر این موضوع است که میزان وزن بدست آمده در مدت زمان ۴۵ روز به اندازه‌ی قابل توجهی از مقدار غذای خورده شده بیشتر بوده که به نوبه‌ی خود منجر به کارآیی بهتر تغذیه و کاهش هزینه‌های مربوط به تأمین غذا در طول دوره پرورش خواهد شد.

Geng و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که افزایش معنی دار شاخص‌های رشدی در ماهی سوکلا (*canadum Rachycentron*) احتمالاً به دلیل استفاده از جیره‌های غذایی حاوی سطوح بالایی از مقادیر کیتوزان می‌باشد در حالی که مقادیر بالای پروبیوتیک *Bacillus subtilis* رشد سوکلا را مهار نمود و منجر شد تا اختلاف معنی داری بین تیمارهای آزمایشی حاوی مقادیر بالای *Bacillus subtilis* با تیمار کنترل وجود نداشته باشد. بنابراین غلظت مواد به کار برده شده می‌تواند تأثیر بسزایی در نتایج به دست آمده داشته باشد. در مطالعه حاضر نیز عملکرد رشد بچه ماهیان با افزایش میزان سین‌بیوتیک در جیره‌ی غذایی پایه افزایش یافت؛ به طوری که طبق نتایج بدست آمده بهترین عملکرد در تمامی شاخص‌های اندازه‌گیری شده مربوط به تیمار ۳ درصد سین‌بیوتیک می‌باشد.

افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی، بهبود شرایط جذب در روده و یا تخمیر سین‌بیوتیک توسط میکروب‌های دستگاه گوارش جهت تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، از جمله دلایلی هستند که می‌توانند

منجر به بهبود عملکرد رشد گردند (Mahghani et al., 2014). در واقع تحریک رشد باکتری‌های پروبیوتیکی موجود در سین‌بیوتیک منجر به افزایش حضور باکتری‌های مفید در روده شده که منجر به جذب بیشتر غذا و در نتیجه بهبود عملکرد رشد خواهد شد (Ghosh et al., 2003) بنابراین فرآیند تخمیر توسط پروبیوتیک‌ها می‌تواند به عنوان بستری مورد نیاز و در دسترس به حساب آید (Firouzabakhsh et al., 2014). از آنجا که سین‌بیوتیک Biomim Imbo یک محرک رشد محسوب می‌گردد؛ لذا افزایش رشد تیمارهای آزمایشی در تحقیق حاضر نیز می‌تواند به علت افزایش حضور باکتری‌های مفید و به دنبال آن هضم و جذب بیشتر غذا بوده باشد.

یافته‌های حاصل از آنالیز تقریبی لاشه نشان داد که سین‌بیوتیک فوق الذکر در ارتقای سطوح مواد مغذی بدن ماهی نقش بسیار خوبی داشته است به طوری که بین سطوح مختلف پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت اندازه‌گیری شده، اختلاف معنی داری در مقایسه با تیمار کنترل مشاهده گردید. افزایش درصد پروتئین و کاهش چربی سبب افزایش ارزش تولید پروتئین و کاهش ارزش تولید چربی در تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار کنترل گشت. این نتیجه می‌تواند به علت حضور پروبیوتیک موجود در سین‌بیوتیک باشد به طوری که Bagheri و همکاران (2008) گزارش نمودند که کاربرد پروبیوتیک در جیره‌ی غذایی لارو قزل آلا (*Onchorhynchus mykiss*) منجر به افزایش معنی دار پروتئین و کاهش چربی لاشه آن‌ها شد. در واقع پروبیوتیک‌ها با افزایش قابلیت هضم و جذب پروتئین موجود در روده ماهیان منجر به افزایش درصد پروتئین ذخیره شده در بدن و در نتیجه افزایش نسبت

کارآیی پروتئین می‌شوند (Ghosh *et al.*, 2004). این ترکیبات همچنین با کاهش قابلیت هضم چربی موجب کاهش درصد چربی ذخیره شده در بدن ماهیان می‌گردد (Ghosh *et al.*, 2003). بنابراین حضور پروبیوتیک منجر به افزایش نسبت کارآیی پروتئین و کاهش نسبت کارآیی چربی در بچه ماهیان نیز گردیده است. از این معیارها به منظور ارزیابی عملکرد جیره‌ها استفاده می‌گردد به طوری که مشخص می‌کند به ازای مصرف هر گرم پروتئین و یا چربی توسط ماهی، چه مقدار به وزن آن افزوده شده است (Helland *et al.*, 1996). نتایج حاصل از تحقیق Ye و همکاران (۲۰۱۱) بر روی سفره ماهیان ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) نشان داد که کاربرد فروکتوالیگوساکارید، مانان‌الیگوساکارید و *B. clausii* به تنهایی تأثیری بر روی پروتئین لاشه نداشت اما کاربرد فروکتوالیگوساکارید به همراه *B. clausii* و کاربرد *B. clausii* افزایش معنی‌داری در میزان پروتئین لاشه داشت که نتایج مثبت این آزمایش را به استفاده همزمان این مواد در مقایسه با کاربرد آن‌ها به تنهایی نسبت دادند. آن‌ها همچنین گزارش نمودند که کاربرد *B. clausii* به تنهایی و همراه با پریبیوتیک‌ها تأثیر معنی‌داری در میزان چربی و خاکستر لاشه نداشتند در حالی که در تحقیق حاضر شاهد کاهش معنی‌دار میزان چربی، خاکستر و رطوبت لاشه بودیم. نتایج مطالعه Mehrabi و همکاران (2012) مبنی بر افزایش معنی‌دار پروتئین لاشه ماهیان تغذیه شده با تیمارهای حاوی سین‌بیوتیک نشان‌دهنده تبدیل ماده موثره جیره‌ی غذایی مصرف شده به پروتئین‌های ساختاری می‌باشد که متعاقباً عضلانی شدن ماهیان را به دنبال داشته است.

در نهایت Chitsaz و همکاران (۲۰۱۶) نیز افزایش معنی‌دار پروتئین و چربی و همچنین کاهش معنی‌دار رطوبت لاشه ماهیان تغذیه شده با سین‌بیوتیک را گزارش نمودند اما این ماده هیچ تأثیری بر میزان خاکستر لاشه نداشته است.

افزایش تعداد گلبول‌های سفید به عنوان یکی از فاکتورهای ایمنی-خونی، نوعی عملکرد دفاعی بدن جهت مقابله با عوامل بیماری‌زا به شمار می‌آید. از جمله عوامل مؤثر بر تعداد گلبول‌های سفید می‌توان به بیماری‌ها، التهاب، استرس، دما و وضعیت تغذیه‌ای (Bullis, 1993) اشاره کرد. نتایج بررسی حاضر افزایش درصد لنفوسیت‌ها و کاهش درصد نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها در تیمارهای آزمایشی را نسبت به تیمار کنترل نشان داد. در واقع افزایش درصد لنفوسیت‌ها نشان دهنده بهبود فاکتور ایمنی-خونی می‌باشد که در نهایت نیز منجر به افزایش معنی‌دار بازماندگی در ماهیان گردید. در این زمینه نتایج مشابهی توسط Firouzbakhsh و همکاران (۲۰۱۴) گزارش شده است که در آن افزایش کلی تعداد گلبول‌های سفید و بخصوص افزایش معنی‌دار لنفوسیت‌ها و کاهش معنی‌دار مونوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها را یکی از عوامل عملکرد بهتر سیستم دفاعی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین در برابر بیماری‌ها و افزایش مقاومت آن‌ها در شرایط کمبود اکسیژن دانسته‌اند.

در تحقیق حاضر کاربرد سین‌بیوتیک در سطوح مورد مطالعه منجر به نتایج مثبت و معنی‌داری در شاخص‌های اندازه‌گیری شده بین تیمارهای آزمایشی و تیمار کنترل گردید. بنابراین سین‌بیوتیک Biomin Imbo دارای قابلیت تأثیرگذاری بالایی بر افزایش

(*Rutilus frissi kutum*). مجله شیلات دانشگاه آزاد

واحد آزادشهر، ۴(۳)، ۱-۱۵.

۵. قاسم پور دهاقانی، پ.، جواهری بابلی، م.، ضیایی نژاد،

س.، تقوی مقدم، ا.، پورفرهادی، م.، ۱۳۹۲. بررسی اثر

مکمل غذایی سین‌بیوتیک Biomim Imbo به عنوان

مکمل غذایی بر عملکرد رشد، بازماندگی و فلور

باکتریایی روده ماهی کپور معمولی (*Cyprinus*

carpio) انگشت قد. نشریه توسعه آبرزی پروری، ۷(۳)،

۴۳-۵۲.

۶. وشتانی، س.، عابدیان کناری، ع.م.، اکرمی، ر.، جیران،

آ.، ۱۳۹۳. اثر جیره‌های حاوی سین‌بیوتیک (ترکیب

پروبیوتیک پروتکسین و پری‌بیوتیک

مانان‌الیگوساکارید) بر عملکرد رشد، بقاء و ترکیب

لاشه میگوی جوان پا سفید غربی (*Litopenaeus*

vannamei). نشریه توسعه آبرزی پروری، ۸(۳)، ۸۵-۹۳.

7. Ai, Q., Xu, H., Mai, K., Xu, W., Wang, J., Zhang, W., 2011. Effects of dietary supplementation of *Bacillus subtilis* and *fructooligosaccharide* on growth performance, survival, non-specific immune response and disease resistance of juvenile large yellow croaker, *Larimichthys crocea*. *Aquaculture*, 317(1), 155-161.

8. AOAC, 1990. In: W.Horwitz (Ed.), Official methods of analysis, 15th edition. Association of Analytical Chemists.

9. Austreng, E., 1978. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. *Aquaculture*, 13(3), 265-272.

10. Bagheri, T., Hedayati, S.A., Yavari, V., Alizade, M., Farzanfar, A., 2008. Growth, survival and gut microbial load of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry given diet supplemented with probiotic during the two months of first feeding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8(1), 43-48.

11. Blaxhall, P., Daisley, K., 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *Journal of Fish Biology*, 5(6), 771-781.

12. Bullis, R., 1993. Clinical pathology of temperate freshwater and estuarine fishes. *Fish medicine*. WB Sanders. CO., Philadelphia, USA, 232-239.

کارآیی رشد، تغذیه، ترکیب بیوشیمیایی بدن و برخی

فاکتورهای ایمنی-خونی کفال ماهیان می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از اساتید محترم گروه شیلات و

همچنین کارشناسان آزمایشگاه دانشکده علوم دریایی

دانشگاه چابهار که در فراهم آوردن تمامی امکانات

انجام این پژوهش نهایت همکاری را مبذول داشته‌اند،

کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

۱. آذری تاکامی، ق.، ۱۳۶۳. اصول تکثیر و پرورش

ماهی، دانشگاه تهران، وزارت کشاورزی، معاونت

شیلات آبریان، سازمان تکثیر و توسعه آبریان، ۱۵۲

صفحه.

۲. اکرمی، ر.، قلیچی، ا.، منوچهری، ح.، ۱۳۸۸. تأثیر

اینولین به عنوان پری‌بیوتیک بر عملکرد رشد و زنده

مانی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus*

mykiss). پژوهش‌های مجله علوم و فنون دریایی،

۴(۳)، ۱-۹.

۳. حسینی آغوزینی، س.ح.، متین‌فر، ع.، حافظیه، م.،

ازدهاکش‌پور، ا.، آژنگ، ب.، موسوی، س.ع.،

جدگال، س.، ۱۳۸۹. تأثیر میزان ذخیره‌سازی ماهی

کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) بر میانگین وزنی،

میزان تولید و میزان بقاء میگوی سفید غربی

(*Litopenaeus vannamei*) در استخرهای خاکی

پرورش میگوی گواتر-چابهار. نخستین همایش ملی

علوم زیستی دریای مکران، ۹-۱۱ آذر ماه ۱۳۸۹.

۴. طالبی حقیقی، د.، فلاحتی کپورچالی، م.، عبدالله تبار،

س.ی.، ۱۳۸۹. اثرات سطوح مختلف سین‌بیوتیک

Biomim Imbo بر رشد و بازماندگی بچه ماهیان سفید

- fed increased levels of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. *Aquaculture Nutrition*, 11(4), 301-313.
25. Hoseinifar, S.H., Mirvaghefi, A., Merrifield, D.L., Amiri, B.M., Yelghi, S., Bastami, K.D., 2011. The study of some haematological and serum biochemical parameters of juvenile beluga (*Huso huso*) fed oligofructose. *Fish Physiology and Biochemistry*, 37(1), 91-96.
 26. Mahghani, F., Gharaei, A., Ghaffari, M., Akrami, R., 2014. Dietary synbiotic improves the growth performance, survival and innate immune response of Gibel carp (*Carassius auratus*) juveniles. *International Journal of Aquatic Biology*, 2(2), 99-104.
 27. Mehrabi, Z., Firouzbakhsh, F., Jafarpour, A., 2012. Effects of dietary supplementation of synbiotic on growth performance, serum biochemical parameters and carcass composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(3), 474-481.
 28. Merrifield, D.L., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S.J., Baker, R., Bøgwald, J., Castex, M., Ringø, E., 2010. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture*, 302(1), 1-18.
 29. Montajami, S., Hajiahmadyan, M., Vajargah, M.F., Zarandeh, A.S.H., Mirzaie, F.S., Hosseini, S.A., 2012. Effect of Synbiotic (Biomim Imbo) on Growth Performance and Survival Rate of Texas Cichlid (*Herichthys cyanoguttatus*) Larvae. *Global Veterinaria*, 9(3), 358-361.
 30. Nekoubin, H., Gharedaashi, E., Imanpour, M.R., Nowferesti, H., Asgharimoghadam, A., 2012. The influence of synbiotic (Biomim Imbo) on growth factors and survival rate of Zebrafish (*Danio rerio*) larvae via supplementation with biomim. *Global Veterinaria*, 8(5), 503-506.
 31. Rodriguez-Estrada, U., Satoh, S., Haga, Y., Fushimi, H., Sweetman, J., 2009. Effects of single and combined supplementation of *Enterococcus faecalis*, mannan oligosaccharide and polyhydroxybutyrate acid on growth performance and immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Science*, 57, 609-617.
 32. Sun, Y.Z., Yang, H.L., MA, R.L., Song, K., LI, J.S., 2012. Effect of *Lactococcus lactis* and *Enterococcus faecium* on growth performance, digestive enzymes and immune response of grouper *Epinephelus coioides*. *Aquaculture Nutrition*, 18(3), 281-289.
 13. Cerezuela, R., Meseguer, J., Esteban, M., 2011. Current knowledge in synbiotic use for fish aquaculture: a review. *Aquaculture Research & Development*, 1, 1-7.
 14. Chitsaz, H., Akrami, R., Arkadeh, A.M., 2016. Effect of dietary synbiotics on growth, immune response and body composition of Caspian roach (*Rutilus rutilus*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(1), 170-182.
 15. Da Silva, M.V., Pinho, O.V., Ferreira, I., Pleštilová, L., Gibbs, P.A., 2002. Production of histamine and tyramine by bacteria isolated from Portuguese vacuum-packed cold-smoked fish. *Food Control*, 13(6), 457-461.
 16. Dehaghani, P.G., Baboli, M.J., Moghadam, A.T., Ziaei-Nejad, S., Pourfarhadi, M., 2015. Effect of synbiotic dietary supplementation on survival, growth performance, and digestive enzyme activities of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Czech Journal of Animal Science*, 60(5), 224-232.
 17. Firouzbakhsh, F., Mehrabi, Z., Heydari, M., Khalesi, M.K., Tajick, M.A., 2014. Protective effects of a synbiotic against experimental Saprolegnia parasitica infection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research*, 45, 609-618.
 18. Fuller, R., 1992. History and development of probiotics. *Probiotics*, 1-8.
 19. Geng, X., Dong, X.H., Tan, B.P., Yang, Q.H., Chi, S.Y., Liu, H.Y., Liu, X.Q., 2011. Effects of dietary chitosan and *Bacillus subtilis* on the growth performance, non-specific immunity and disease resistance of cobia, *Rachycentron canadum*. *Fish & Shellfish Immunology*, 31(3), 400-406.
 20. Ghosh, K., Sen, S.K., Ray, A.K., 2003. Supplementation of an isolated fish gut bacterium, *Bacillus circulans*, in formulated diets for rohu, *Labeo rohita*, fingerlings. *Bamidgeh*, 55, 13-21.
 21. Ghosh, K., Sen, S., Ray, A., 2004. Growth and survival of rohu, *Labeo rohita* [Hamilton, 1822] spawn fed diets fermented with intestinal bacterium, *Bacillus circulans*. *Acta Ichthyologica et piscatoria*, 34(2), 155-165.
 22. Gibson, G.R., Roberfroid, M.B., 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Nutrition*, 125, 1401-1412.
 23. Helland, S., Grisdale-Helland, B., Nerland, S., 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. *Aquaculture*, 139(1), 157-163.
 24. Hevroy, E., Espe, M., Waagbo, R., Sandnes, K., Ruud, M., Hemre, G.I., 2005. Nutrient utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)

35. Ye, J.D., Wang, K., LI, F.D., Sun, Y.Z., 2011. Single or combined effects of fructo-and mannan oligosaccharide supplements and *Bacillus clausii* on the growth, feed utilization, body composition, digestive enzyme activity, innate immune response and lipid metabolism of the Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture Nutrition*, 17(4), e902-e911.
33. Vaezi, M., Khara, H., Shenavar, A., 2016. Synbiotic (Biomim imbo) alters gut bacterial microflora of Russian sturgeon, *Acipenser guldenstadti* (Brandt & Ratzeburg, 1833) in a time-dependent pattern. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(4), 1189-1192.
34. Wang, Y.B., Tian, Z.Q., Yao, J.T., Li, W.F., 2008. Effect of probiotics, *Enterococcus faecium*, on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. *Aquaculture*, 277(3), 203-207.