

اثرات مکمل غذایی سین‌بیوتیک بر شاخص‌های رشد، کارایی تغذیه و ترکیبات

بیوشیمیایی بدن در ماهی بنی، *Mesopotamichthys sharpeyi*

بهروز باجلان، محمد ذاکری*، سید محمد موسوی، وحید یآوری و ابراهیم رجب‌زاده

خرمشهر، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده منابع طبیعی دریا، گروه شیلات

تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۳

چکیده

این مطالعه باهدف شناخت سطح مطلوب خوراکی سین‌بیوتیک در ماهیان بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) طراحی گردید. تعداد ۶۰۰ عدد ماهی با میانگین وزن اولیه $3/82 \pm 0/20$ گرم در ۱۵ مخزن ۳۰۰ لیتری ذخیره‌سازی شدند. پنج تیمار غذایی حاوی پنج سطح مکمل غذایی سین‌بیوتیکی، شامل تیمار اول (شاهد)، تنها حاوی جیره غذایی پایه و فاقد مکمل سین-بیوتیک، تیمار دوم، ۵/۰ گرم در هر کیلوگرم غذای پایه، تیمار سوم، ۱ گرم در هر کیلوگرم غذای پایه، تیمار چهارم، ۵/۱ گرم در هر کیلوگرم غذای پایه و تیمار پنجم ۲ گرم در هر کیلوگرم غذای پایه مکمل سین‌بیوتیکی افزوده و با سه تکرار به مدت ۶۰ روز دوره آزمایش، در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد استفاده از سطوح مختلف مکمل غذایی سین‌بیوتیک در جیره غذایی ماهیان بنی، باعث بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه، همچنین بهبود ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهیان در تیمارهای سین‌بیوتیکی گردید ($P < 0/05$). بررسی نتایج رشد این مطالعه نشان داد که با افزایش سطح سین‌بیوتیک تا میزان ۱/۵ گرم در کیلوگرم جیره غذایی، شاخص‌های رشد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافتند. بعلاوه بهترین ضریب تبدیل غذایی، کارایی غذایی و نسبت بازده پروتئین در ماهیان تیمار ۴ مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشت. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده، سطح ۱/۵ گرم سین‌بیوتیک بر کیلوگرم جیره غذایی می‌تواند به‌عنوان سطح مطلوب استفاده از مکمل غذایی سین‌بیوتیک در جیره غذایی ماهی بنی جهت افزایش وزن بدن، بهبود ضریب تبدیل غذایی و محتوای ترکیبات بیوشیمیایی بدن معرفی گردد.

واژه‌های کلیدی: *Mesopotamichthys sharpeyi*، سین‌بیوتیک، شاخص رشد، کارایی تغذیه، ترکیبات بیوشیمیایی بدن.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۶۶۳۱۲۶۰۹، پست الکترونیکی: Zakeri.mhd@gmail.com

مقدمه

عوامل آنابولیکی که بتواند افزایش بازدهی رشد را به همراه داشته باشد، از اهداف مهم مدیریت پرورشی قلمداد می‌گردد. بهینه‌سازی شاخص‌های تغذیه‌ای و سلامت می‌تواند باعث سازگاری اکولوژیکی، رشد بهتر و کاهش تلفات سنگین در پرورش آبزیان گردد (۲۹). افزایش توان تولید ماهی و سایر آبزیان پرورشی ارتباط بسیار نزدیکی با ارتقاء کارایی تغذیه دارد. سین‌بیوتیک‌ها می‌توانند از طریق بهینه‌سازی متابولیسم سوخت‌وساز مواد غذایی و ایجاد شرایط اکولوژیکی مطلوب در سیستم‌های پرورشی، عملکرد رشد

استفاده از فناوری‌های نوین در افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه تولید از جمله موارد مهم در آبی‌پروری پایدار است. بیش‌ترین مطالعات در آبی‌پروری پایدار در ارتباط با استراتژی‌های تغذیه و بهینه‌سازی ترکیبات غذایی برای گونه‌های مهم ماهیان تجاری قابل پرورش می‌باشد (۱۲). این مطالعات در جهت افزایش کارایی ترکیبات مغذی نظیر پروتئین‌ها، چربی‌ها و افزایش قابلیت هضم آن‌ها می‌باشد. تغذیه مناسب به‌عنوان شاخص حیاتی در ارتقاء رشد طبیعی و سلامت موجود مؤثر است. بنابراین دستیابی به الگوها و

ترکیبی مکمل‌های پروبیوتیکی و پری بیوتیکی مطالعات محدودی از گونه‌های آب شیرین برای ماهی کلمه *Rutilus frisii*، ماهی سفید (*Rutilus rutilus caspicus*)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، فیل ماهی (*Huso huso*)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) و شیربت (*Barbus gryprus*) در داخل کشور گزارش شده است (۲، ۴، ۵، ۶، ۱۳، ۱۷، ۱۹، ۲۵، ۲۷، ۳۱ و ۳۹).

ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) در مناطق محدودی از دنیا پراکنش دارد. در ایران این ماهی در رودخانه‌های کارون و کرخه، بهمینشیر، تالاب هورالعظیم و هور شادگان گزارش شده است (۱). به دلیل بومی بودن و همچنین ارزش اقتصادی بالا، تکثیر و پرورش این‌گونه در استان خوزستان مورد توجه می‌باشد و با موفقیت در تکثیر مصنوعی، این ماهی به چرخه تولید در سیستم‌های پرورش چندگونه‌ای ماهیان گرمابی اضافه گردید (۳). هرچند که در پرورش این ماهی معضلاتی اعم از، مشکلات در بازسازی ذخایر این‌گونه، روند رشد ضعیف و طولانی بودن مرحله انگشت‌قندی و کمبود تحقیقات کاربردی در مورد مکمل‌های غذایی کارآمد در ماهی بنی، وجود دارد (۱)، مطالعات بیشتر جهت رفع این مشکلات را می‌طلبد. بنابراین با افزایش تقاضا برای پرورش ماهیان گرمابی از جمله ماهی بنی، در سال‌های اخیر، استفاده و معرفی یک مکمل غذایی مناسب که بتواند باعث بهبود کارایی تولید گردد، لازم به نظر می‌رسد. اگرچه مفهوم جیره‌های غذایی هدفمند در صنعت آبی‌پروری نوین است، اما مدل جدیدی برای توسعه جیره‌های غذایی ایجاد می‌کند که رضایت‌مندی بیشتری را براساس مواد غذایی موردنیاز در موجودات پرورشی ایجاد می‌نماید (۱۱). براین اساس، مطالعه حاضر باهدف بررسی اثرات سطوح مختلف مکمل غذایی سین-بیوتیک بر شاخص‌های رشد، کارایی تغذیه، ترکیبات بیوشیمیایی بدن و مقاومت برابر تنش در ماهیان جوان بنی (*M. sharpeyi*) طراحی شده است.

را ارتقاء دهند. باکتری‌های موجود در مکمل‌های سین-بیوتیکی برحسب فعالیت‌های متابولیکی و آنزیم‌های مترشحه خارج سلولی اثرات بسیار مثبتی را در افزایش بهره‌برداری از غذا، قابلیت هضم پروتئین، کارایی پروتئین و چربی در ماهیان دارند (۱۰). آزمایش‌ها نشان می‌دهد، به-کارگیری اصولی سین‌بیوتیک‌ها فاکتورهایی مانند طول و وزن نهایی، ضریب رشد ویژه و وزن نسبی را در آبزیان پرورشی بهبود می‌بخشد (۲۲ و ۳۸). بنابراین سین‌بیوتیک‌ها را می‌توان به‌عنوان یک راهبرد مهم و کارآمد برای تولید بهتر محصولات آبی از طریق کنترل بیولوژیکی در مزارع پرورشی پیشنهاد نمود (۱۲). در گونه‌های مختلفی از آبزیان همچون برخی ماهیان دریایی، ماهیان آب‌شیرین، ماهیان زینتی و میگو از محصولات سین‌بیوتیکی استفاده شده است که در آن‌ها شاخص‌هایی چون رشد، تغذیه، ترکیبات بیوشیمیایی بدن، خون‌شناسی، ایمنی‌شناسی، مقاومت در برابر بیماری و عوامل تنش‌زا مورد ارزیابی قرار گرفته است (۷ و ۲۵).

سین‌بیوتیک‌ها مکمل‌های غذایی هستند که در سال‌های اخیر در تغذیه دام، طیور و آبزیان کاربرد پیدا کرده‌اند. این مکمل حاوی ترکیبی از پروبیوتیک (باکتری مفید) و پری-بیوتیک (کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم) می‌باشند و باعث افزایش رشد باکتری‌های مفید روده میزبان می‌شوند (۲۵). استفاده از سین‌بیوتیک‌ها می‌تواند باعث ایجاد نتایج تولیدی بهتری نسبت به استفاده منفرد از پروبیوتیک یا پری‌بیوتیک-ها گردد (۲۶). از مهم‌ترین ویژگی‌های سین‌بیوتیک‌ها برخلاف آنتی‌بیوتیک‌ها علاوه بر بهبود ضریب تبدیل غذایی و کاهش بیماری، عدم باقی‌مانده بافتی است که در نتیجه، مقاومت باکتریایی ایجاد نمی‌کند (۲۱). همچنین مزیت‌های استفاده از محرک‌های رشد طبیعی شامل افزایش رشد، تحریک و بلوغ سریع سیستم ایمنی، بهبود کارایی غذا، کاهش میزان مرگ‌ومیر، بهبود فرایند هضم، رشد سریع میکروفلورهای مناسب روده، تأثیر بر میزان اشتها و افزایش میزان تغذیه است (۳۳). هرچند که در خصوص اثرات

مواد و روشها

تعداد ۷۴۰ قطعه بچه ماهی بنی، از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی شهید ملکی اهواز به آزمایشگاه خیس دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل گردیدند. مدت ۱۴ روز برای سازگاری با شرایط آزمایشگاهی نگهداری شدند. سپس تعداد ۶۰۰ قطعه کپور معمولی جوان با میانگین وزن اولیه $3/82 \pm 0/20$ گرم و طول اولیه $6/77 \pm 0/38$ سانتی‌متر به صورت کاملاً تصادفی در ۱۵ تانک استوانه‌ای پلی‌اتیلنی ۳۰۰ لیتری دارای هوادهی مناسب توزیع گردیدند (به ازای هر مخزن ۴۰ قطعه ماهی جوان بنی). آزمایش با ۵ تیمار غذایی و سه تکرار به مدت ۶۰ روز انجام شد.

تیمارهای غذایی حاوی پنج سطح مختلف مکمل غذایی سین‌بیوتیک در جیره غذایی بودند (Biomim IMBO, Austria). به طوری که تیمار اول (شاهد) تنها شامل جیره غذایی پایه و فاقد مکمل سین‌بیوتیکی، تیمار دوم ۰/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره غذای پایه، تیمار سوم ۱ گرم در هر کیلوگرم جیره غذای پایه، تیمار چهارم ۱/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره غذای پایه و تیمار پنجم ۲ گرم در هر کیلوگرم جیره غذای پایه مکمل سین‌بیوتیکی اضافه شد. مکمل سین‌بیوتیکی مورداستفاده در این تحقیق شامل ترکیبی از پروبیوتیک پوشش‌دار 5×10^{11} CFU/KG *Entrococcus faecium*، و فروکتوالیگوساکاریدی بانام اینولین بعنوان پری بیوتیک (۴۰٪ از ترکیب مکمل سین‌بیوتیکی) است. آنالیز بیوشیمیایی جیره غذایی پایه مورداستفاده شامل $36/64 \pm 0/19$ درصد پروتئین، $8/38 \pm 0/51$ درصد چربی، $36/02 \pm 0/48$ درصد کربوهیدرات، $10/14 \pm 0/19$ درصد رطوبت و $8/82 \pm 0/28$ درصد خاکستر است. انرژی کل محاسبه شده برای جیره غذایی $1/81 \pm 0/02$ مگا ژول بر گرم و اندازه دانه‌های غذایی ۲ میلی‌متر می‌باشد. جیره‌های غذایی در این آزمایش به اندازه نیاز و هر دو هفته یکبار آماده‌سازی شدند و در

کیسه‌های نایلونی تیره بسته‌بندی و نام‌گذاری و تا زمان استفاده در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

در طی دوره انجام تحقیق فاکتورهای کیفی آب شامل درجه حرارت آب، pH، میزان شوری و سطح اکسیژن محلول بطور روزانه هنگام صبح با استفاده از مولتی‌متر مدل HQ40d ساخت آلمان پایش و ثبت شدند. به طوری که در طول دوره آزمایش، میانگین درجه حرارت آب در طول دوره در دامنه $27/01 \pm 1/47$ درجه سانتی‌گراد، میانگین pH در محدوده $8/02 \pm 0/19$ ، میانگین شوری آب در محدوده $3/0 \pm 11/24$ قسمت در هزار (ppt) و میانگین سطح اکسیژن محلول $8/20 \pm 1/11$ میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید. در طول دوره آزمایش هوادهی بطور دائمی جهت نگهداری اکسیژن در حد مطلوب انجام گردید. از تناوب نوری طبیعی در این تحقیق استفاده گردید به طوری که بین ۱۴-۱۰ ساعت روشنایی و ۱۴-۱۰ ساعت تاریکی متغیر بود. منبع آب شهری جهت تأمین آب استفاده گردید به طوری که آب شهری پس از انبار شدن در تانک‌های ۱۰۰۰ لیتری پلی‌اتیلنی به مدت ۴۸ ساعت و هوادهی مداوم جهت مصرف در آزمایش استفاده شد. همچنین در طی دوره آزمایش جهت بهبود کیفی آب و کدورت آن در هرروز تقریباً ۱۰ درصد از آب تانک‌های پرورشی تعویض گردید.

در طول دوره آزمایش ماهیان بنی در تیمارهای مختلف غذایی در طی سه نوبت در روز در ساعات ۸:۰۰، ۱۳:۰۰ و ۱۸:۰۰ به میزان ۳ درصد وزن‌تر بدن با جیره‌های غذایی مربوطه غذادهی شدند. در این مدت، نیم ساعت پس از هر وعده غذادهی، غذای خورده نشده خارج و پس از خشک نمودن در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت وزن‌کشی گردید و پس از محاسبه تفاضل کل جیره غذایی داده شده با میزان غذای خورده نشده، میزان غذای مصرفی در هر وعده تعیین گردید (۳۴). مقدار غذای

تعداد ماهیان در انتهای دوره / وزن نهایی بدن = FAW %

CF = (طول نهایی بدن) / ۱۰۰ × وزن نهایی بدن

وزن کل بدن / ۱۰۰ × وزن احشاء = VSI

وزن کل بدن / ۱۰۰ × وزن کبد = HSI

افزایش وزن بدن / غذای مصرف‌شده = FCR

پروتئین مصرف‌شده (گرم) / افزایش وزن = PER

۱۰۰ / (رطوبت غذا - ۱۰۰) × کل غذای خورده شده (گرم وزن تر) = TFI

۱۰۰ × (کل غذای مصرفی (گرم) / افزایش وزن نهایی ماهیان) = FE

۱۰۰ / پروتئین جیره × کل غذای خورده شده (گرم وزن خشک) = PI

به‌منظور آنالیز تقریبی ترکیبات بیوشیمیایی بدن اولیه ۱۰ ماهی و ترکیبات بیوشیمیایی بدن نهایی از هر تکرار ۳ ماهی انتخاب شد و با استفاده از روش‌های استاندارد جزء‌به‌جزء (۸) و با سه تکرار محاسبه شد. میزان رطوبت بوسیله خشک‌کردن نمونه‌ها در آن در دمای ۱۰۵ °C به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت تعیین گردید. خاکستر بوسیله سوزاندن نمونه‌ها در کوره در دمای ۵۵۰ °C به مدت ۱۲ ساعت محاسبه گردید. محاسبه پروتئین خام بدن پس از هضم نمونه‌ها (Buchi, Digest Automat) استفاده از روش کج‌دال (Buchi, Auto Kejldahl k370, Germany) و ضرب آن در عدد ۶/۲۵ تعیین شد. میزان چربی خام با استفاده از روش سوکسله اندازه‌گیری گردید (Behr E6, Germany).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ در سطح خطای ۰/۰۵ استفاده شد. داده‌ها در فصل نتایج به صورت میانگین ± خطای استاندارد بیان شده‌اند. از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) جهت اندازه‌گیری اختلاف بین تیمارهای جیره غذایی (P < ۰/۰۵) استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها در صورت همگنی واریانس‌ها از پس‌آزمون Tukey جهت تعیین اختلاف بین تیمارها استفاده گردید.

خورده شده به‌وسیله ماهیان به طور روزانه محاسبه و ثبت شد. در طول دوره آزمایش بعد از هر بار بیومتری (۲ هفته یکبار) میزان خوراک مصرفی بر مبنای افزایش بیوماس هر تانک، اصلاح گردید.

برای اندازه‌گیری وزن ماهیان از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم (مدل PX3000 ساخت فرانسه) و جهت اندازه‌گیری طول کل از تخته زیست‌سنجی بادقت ۰/۱ سانتی‌متر استفاده گردید. همچنین ۵ قطعه ماهی از هر تکرار جهت به‌دست آوردن شاخص‌های کبدی و احشایی از بافت‌های کبد و احشاء تشریح شدند. در ابتدا ماهیان با استفاده از عصاره گل میخک با غلظت ۳۰ میلی‌گرم برلیتر (۳۵)، بی‌هوش شدند و سپس هر ماهی بعد از زیست‌سنجی از ناحیه مخرجی به سمت ناحیه سینه‌ای با استفاده از قیچی جراحی بریده شد و احشاء به‌طور کامل خارج گردید و با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ (مدل Sartorius TE 124S، ساخت هند) وزن‌کشی شدند، سپس با خارج نمودن کبد از احشاء به‌طور جداگانه توزین گردیدند. پس از اتمام نمونه‌برداری از تیمارهای آزمایشی، نمونه‌های جمع‌آوری‌شده به فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد (OPERON-DFU-128CE، ساخت کره جنوبی) منتقل شدند. در این تحقیق جهت بررسی شاخص‌های رشد از درصد افزایش وزن بدن (WG/%)، ضریب رشد ویژه (SGR)، میانگین وزن نهایی (FAW)، ضریب چاقی (CF)، شاخص احشایی (VSI)، شاخص کبدی (HSI) و شاخص‌های تغذیه‌ای از ضریب-تبدیل غذایی (FCR)، نسبت بازده پروتئین (PER)، کل غذای مصرفی (TFI)، کارایی غذایی (FE)، کل پروتئین دریافتی (PI) استفاده گردید (وزن برحسب گرم، طول برحسب سانتی‌متر و زمان بر حسب روز).

وزن اولیه بدن / (وزن اولیه بدن - وزن نهایی بدن) × ۱۰۰ = WG/ %
 ۱۰۰ × [طول دوره پرورش / (وزن اولیه بدن - ln - وزن نهایی بدن ln)] = SGR/ %

نتایج

۷/۵۵±۰/۰۳ گرم) که دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و دیگر تیمارهای سین‌بیوتیکی بود ($P < 0/05$). کمترین میزان این شاخص‌ها نیز به تیمار شاهد تعلق داشت. نتایج بررسی شاخص ضریب چاقی در تیمارهای آزمایشی نشان داد که بین تیمارهای ۳، ۴ و ۵ سین‌بیوتیکی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$). کمترین میزان این شاخص با میزان ۰/۹۱±۰/۰۲ درصد در تیمار ۴ (میزان ۱/۵ گرم مکمل سین‌بیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی) و بیشترین مقدار شاخص ضریب چاقی در تیمار شاهد به میزان ۱/۱۵±۰/۰۱ درصد ثبت شد. اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد با تیمار ۴ مشاهده شد ($P < 0/05$).

تأثیر سطوح مختلف مکمل غذایی سین‌بیوتیک بر شاخص‌های رشد و ریخت‌شناسی در ماهیان آزمایشی پس از ۶۰ روز غذایی در جدول ۱ ارائه شده است. در شروع آزمایش پنج تیمار از لحاظ میانگین وزن اولیه تقریباً یکسان بودند و تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی وجود نداشت ($P > 0/05$). با توجه به نتایج بدست آمده از سنجش شاخص‌های رشد بین تیمارهای سین‌بیوتیکی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0/05$). نتایج حاصل از درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و میانگین وزن نهایی نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی، بیشترین میزان این شاخص‌ها در تیمار ۴ مشاهده شد (به ترتیب ۹۰/۵۴±۴/۵۵ درصد، ۱/۰۷±۰/۰۴ درصد و

جدول ۱- شاخص‌های رشد و ریخت‌شناسی ماهیان جوان بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) تغذیه‌شده با سطوح مختلف مکمل غذایی سین‌بیوتیک در پایان ۶۰ روز آزمایش (n=9)

شاخص*	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵
وزن اولیه (گرم)	۴/۰±۰/۰۰۶	۳/۰±۰/۰۹۳/۱۲	۳/۰±۰/۰۹۰/۰۶	۳/۰±۰/۰۹۷/۰۹	۴/۰±۰/۰۳۳/۱۵
WG	۶۷/۱±۰/۰۹۶/۹۷ ^a	۷۳/۲±۰/۰۵۸/۰۳ ^a	۸۰/۳±۰/۰۲۸/۵۸ ^{ab}	۹۰/۴±۰/۰۵۴/۵۵ ^b	۷۳/۳±۰/۰۹۴/۸۳ ^a
SGR	۰/۰±۰/۰۸۶/۰۲ ^a	۰/۰±۰/۰۹۲/۰۲ ^a	۰/۰±۰/۰۹۸/۰۳ ^{ab}	۱/۰±۰/۰۷/۰۴ ^b	۰/۰±۰/۰۹۲/۰۴ ^a
FAW	۶/۰±۰/۰۷۲/۰۷ ^a	۷/۰±۰/۰۰۰/۰۶ ^b	۷/۰±۰/۰۳۰/۰۴ ^b	۷/۰±۰/۰۵۵/۰۳ ^c	۷/۰±۰/۰۱۸/۰۳ ^b
CF	۱/۰±۰/۰۱۵/۰۱ ^c	۱/۰±۰/۰۱۴/۰۲ ^c	۰/۰±۰/۰۹۸/۰۱ ^{ab}	۰/۰±۰/۰۹۱/۰۲ ^a	۱/۰±۰/۰۴/۰۳ ^b
VSI	۷/۰±۰/۰۱۳/۰۹ ^a	۷/۰±۰/۰۲۹/۰۹ ^{ab}	۷/۰±۰/۰۶۴/۰۸ ^{bc}	۷/۰±۰/۰۷۱/۰۹ ^c	۷/۰±۰/۰۷۴/۰۶ ^c
HSI	۱/۰±۰/۰۳۳/۰۴ ^a	۱/۰±۰/۰۶۶/۰۵ ^b	۱/۰±۰/۰۸۳/۰۷ ^b	۱/۰±۰/۰۸۳/۰۶ ^b	۱/۰±۰/۰۸۷/۰۴ ^b

*WG: درصد افزایش وزن بدن، SGR: ضریب رشد ویژه (درصد)، FAW: میانگین وزن نهایی (گرم)، CF: ضریب چاقی، VSI: شاخص احشایی، HSI: شاخص کبدی

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است ($P < 0/05$ ، میانگین ± خطای استاندارد)

تیمارهای آزمایشی نشان داد که در میان تیمارهای سین‌بیوتیکی آزمایش با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$). هرچند که بین تیمارهای حاوی مکمل سین‌بیوتیکی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

در جدول ۲ نتایج مربوط به اثرات سطوح مختلف مکمل غذایی سین‌بیوتیک بر شاخص‌های تغذیه‌ای ماهیان جوان بنی آورده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از

همچنین اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای سین‌بیوتیکی آزمایش با تیمار شاهد در شاخص احشایی مشاهده شد ($P < 0/05$). بطوری‌که بیشترین میزان این شاخص در تیمار ۵ (میزان ۲ گرم مکمل سین‌بیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی) و به میزان ۷/۷۴±۰/۰۶ درصد و کمترین آن به میزان ۷/۱۳±۰/۰۹ درصد در تیمار شاهد ثبت شد. بعلاوه نتایج بدست آمده از بررسی شاخص کبدی در میان

تغذیه‌شده با مکمل غذایی سین‌بیوتیک نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشت ($P < 0/05$)، اما در دیگر شاخص‌های ترکیبات بیوشیمیایی بدن مانند محتوای چربی و درصد رطوبت بدن بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/05$)، جدول ۳). بیش‌ترین و کمترین میزان پروتئین بدن بطور معنی‌داری، به ترتیب در تیمار ۴ به مقدار $15/57 \pm 0/20$ درصد و تیمار شاهد به مقدار $13/70 \pm 0/15$ درصد ثبت گردید ($P < 0/05$). همچنین در بین تیمارهای آزمایشی بیشترین میزان خاکستر بدن بطور معنی‌داری و به میزان $10/88 \pm 0/08$ درصد مربوط به تیمار ۵ می‌باشد (هرچند که بین تیمار ۴ و ۵ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت) و کمترین مقدار این شاخص در تیمار شاهد و به میزان $9/16 \pm 0/05$ درصد مشاهده و ثبت گردید ($P < 0/05$).

افزودن مکمل سین‌بیوتیک به غذای ماهیان در این آزمایش در شاخص‌های ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین و کارایی غذایی بهبود حاصل شده و بین تیمارهای آزمایشی سین‌بیوتیکی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید ($P < 0/05$). براساس نتایج آزمون آماری، ماهیان تغذیه‌شده با میزان ۱/۵ گرم مکمل سین‌بیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی بطور معنی‌داری بهترین شاخص‌های تغذیه‌ای (FCR، PER و FE) را بخود اختصاص دادند. هرچند که در شاخص‌های میزان کل غذای مصرفی و پروتئین دریافتی در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارهای تغذیه‌شده با مکمل سین‌بیوتیک دیده نشد ($P > 0/05$).

نتایج اثرات سطوح مختلف مکمل غذایی سین‌بیوتیک بر ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهیان جوان بنی نشان داد که محتوای پروتئین و درصد خاکستر بدن، در تیمارهای

جدول ۲- شاخص‌های تغذیه‌ای ماهیان جوان بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) تغذیه‌شده با سطوح مختلف مکمل غذایی سین‌بیوتیک در پایان ۶۰ روز آزمایش (n=۹)

شاخص*	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵
FCR	$2/0 \pm 64/08^c$	$2/0 \pm 31/02^b$	$2/0 \pm 20/06^b$	$1/0 \pm 96/02^a$	$2/0 \pm 18/02^b$
PER	$1/0 \pm 24/04^a$	$1/0 \pm 42/01^b$	$1/0 \pm 52/03^b$	$1/0 \pm 67/02^c$	$1/0 \pm 50/02^b$
TFI	$244/9 \pm 17/23$	$232/3 \pm 19/36$	$228/5 \pm 19/01$	$238/4 \pm 14/02$	$226/6 \pm 12/95$
FE	$44/0 \pm 59/84^a$	$50/0 \pm 94/41^b$	$54/0 \pm 80/86^b$	$60/0 \pm 16/69^c$	$53/0 \pm 95/72^b$
PI	$87/3 \pm 90/32$	$83/1 \pm 84/21$	$82/1 \pm 15/80$	$85/1 \pm 73/45$	$81/2 \pm 41/50$

*FCR: ضریب-تبدیل غذایی، PER: نسبت بازده پروتئین، TFI: کل غذای مصرفی (گرم)، FE: کارایی غذایی (درصد)، PI: کل پروتئین دریافتی (گرم)

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است ($P < 0/05$)، میانگین \pm خطای استاندارد)

جدول ۳- ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهیان جوان بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) تغذیه‌شده با سطوح مختلف مکمل غذایی سین‌بیوتیک در پایان ۶۰ روز آزمایش براساس درصد وزن تر (n=۹)

شاخص (درصد)	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵
پروتئین	$13/0 \pm 70/15^a$	$14/0 \pm 20/42^{ab}$	$14/0 \pm 67/19^{abc}$	$15/0 \pm 57/20^c$	$15/0 \pm 20/20^{bc}$
چربی	$5/0 \pm 98/01$	$5/0 \pm 97/01$	$5/0 \pm 90/06$	$5/0 \pm 90/08$	$5/0 \pm 63/19$
خاکستر	$9/0 \pm 16/05^a$	$9/0 \pm 71/05^b$	$9/0 \pm 88/08^b$	$10/0 \pm 22/07^c$	$10/0 \pm 88/08^c$
رطوبت	$71/1 \pm 16/49$	$70/1 \pm 11/11$	$69/1 \pm 54/29$	$68/1 \pm 31/62$	$68/2 \pm 29/13$

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است ($P < 0/05$)، میانگین \pm خطای استاندارد)

بحث

امروزه تقاضای جهانی برای دریافت غذاهای دریایی سالم، تحقیقات در مورد محرک‌های رشد طبیعی در جیره غذایی آزیان را ارتقا داده است (۱۶). مکمل غذایی سین‌بیوتیکی مزایای پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها را به صورت توأم دارند و علاوه بر تغییر توازن فلورباکتریایی روده به سمت باکتری‌های بالقوه مفید، اثرات بسیار زیادی بر بافت روده و کبد ماهیان دارند. سین‌بیوتیک‌ها از طریق تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه و ویتامین‌های محلول در آب سبب هضم مواد غذایی پیچیده در جیره غذایی و افزایش مواد معدنی در روده می‌شوند. همچنین آن‌ها سبب افزایش کارایی رشد و بازماندگی در طی دوره پرورش می‌شوند (۲۵). پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها همواره به دلیل داشتن مزایای فراوان به‌عنوان یکی از راهکارهای افزایش بازده در آبی‌پروری مطرح بوده‌اند. از میان فواید فراوان پروبیوتیک و پری‌بیوتیک‌ها، محققین تأثیر آن‌ها را در بهبود رشد آزیانی که در جیره غذایی آن‌ها از این مکمل‌ها استفاده شده بود، گزارش کرده‌اند و مشاهده گردید که سین‌بیوتیک‌ها (ترکیب پروبیوتیک و پری‌بیوتیک‌ها) اثرات هم‌افزایشی بیشتری را به دنبال دارند (۱۱).

با مقایسه نتایج در پایان آزمایش حاضر بین تیمارهایی که در آن‌ها ماهیان جوان بنی از جیره غذایی حاوی مکمل غذایی سین‌بیوتیک تغذیه شده بودند نسبت به تیمار شاهد، نشان از بهبود شاخص‌های رشد و ریخت‌شناسی در ماهیان این تیمارها دارد، به طوری که ماهیان تیمار ۴ که از سطح ۱/۵ گرم سین‌بیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی تغذیه شدند، نسبت به سایر تیمارها بهترین عملکرد رشد را نشان داد. بعضی از سویه‌های باکتری *Enterococcus faecium*، غیربیماری‌زا و دارای توانایی تولید اسیدلاکتیک هستند (۱۸) و می‌توانند با تولید این ماده کارایی رشد جاندار میزبان را افزایش دهند. نتایج مشابهی نیز در این خصوص در گونه‌های مختلف گزارش شده است (۳۷، ۲۵، ۲۷ و

۲۸). به نظر می‌رسد هم‌افزایشی اثر پروبیوتیک و پری‌بیوتیک موجود در این ترکیب سین‌بیوتیکی با افزایش کارایی غذا (جدول ۲)، سبب افزایش کارایی رشد ماهیان مورد آزمایش شده است، که می‌تواند یا از طریق تأثیر مستقیم در جذب مواد غذایی و یا از طریق تولید مواد غذایی و ویتامین‌ها، ایجاد شود. بررسی نتایج رشد این مطالعه نشان داد که با افزایش سطح سین‌بیوتیک تا میزان ۱/۵ گرم در کیلوگرم جیره غذایی، شاخص‌های رشد شامل میانگین وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه نسبت به تیمار شاهد افزایش یافتند. همچنین رابطه‌ای مستقیم بین محتوای سطوح سین‌بیوتیکی مورد استفاده در جیره غذایی و افزایش شاخص‌های احشایی و کبدی در ماهیان بنی، مشاهده گردید. در مطالعه وانگ و همکارانش گزارش گردید که استفاده از پروبیوتیک *Bacillus sp.* باعث افزایش رشد و کاهش ضریب تبدیل غذایی در ماهیان کپور معمولی می‌گردد (۳۶). مطالعات مشابهی در خصوص اثرات مثبت مکمل‌های سین‌بیوتیکی در ماهیان سفید دریای خزر (۳۱)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (۲۵) و کپور معمولی (۳۹) گزارش شده است. در این مطالعه، با افزایش سطح سین‌بیوتیک به میزان ۲ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی از میزان بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه نسبت به سطح ۱/۵ گرم سین‌بیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی کاسته شده که دلیل آن می‌تواند افزایش بیش از نیاز میزان پری‌بیوتیک (فروکتولیگوساکارید) موجود در سین‌بیوتیک و عدم توانایی پروبیوتیک (*Enterococcus faecium*) در تخمیر مقادیر بالای این پری‌بیوتیک در جیره غذایی و تجمع آن در روده آبی باشد. همچنین گزارش شده است که سطح مطلوب و بهینه مکمل سین‌بیوتیکی بر کارایی دستگاه گوارش تأثیر مطلوبی دارد و سبب افزایش هضم و جذب جیره‌های غذایی می‌گردد و این امر نیز در نهایت منجر به بهبود شاخص‌های رشد در ماهیان تغذیه شده از جیره‌های غذایی حاوی سین‌بیوتیک، شده است (۱۹).

را کاهش می‌دهند (۱۴). باکتری‌های مفید می‌توانند فعالیت هضم را به واسطه تولید ویتامین‌ها و کوفاکتورها و یا از طریق بهبود فعالیت‌های آنزیمی ارتقاء دهند. در نتیجه پروبیوتیک‌ها در روند رشد و تغذیه آبری سبب افزایش وزن، روند رشد سریع‌تر، ضریب تبدیل غذایی پایین‌تر و نسبت کارایی بهتر پروتئین می‌گردند (۲۸). نتایج مشابه با نتایج مطالعه حاضر، در آزمایش‌های پی و همکارانش در سال ۲۰۱۱ بر روی ماهیان جوان کفشک ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*)، (۴۰)، مهرابی و همکارانش در سال ۲۰۱۱ بر روی ماهی انگشت‌قد قزل‌آلای رنگین‌کمان (۲۵) و همچنین یاراحمدی و همکارانش در سال ۲۰۱۴ بر روی کپور معمولی (۳۹)، به دست آمد که بیش‌ترین نسبت بازده پروتئین و کمترین ضریب تبدیل غذایی را در تیمارهای تغذیه‌شده با مکمل غذایی سین‌بیوتیک مشاهده کردند و تیمارهای سین‌بیوتیکی این مطالعات اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند.

ترکیبات بیوشیمیایی بدن همواره تحت تأثیر ترکیب جیره غذایی، مقدار غذادهی و درصد غذادهی روزانه قرار می‌گیرد (۱۵). مکمل غذایی سین‌بیوتیکی با تأثیر بر باکتری‌های مفید روده، باعث افزایش تعداد این باکتری‌ها شده و در نهایت با افزایش قابلیت هضم‌پذیری، بر ترکیبات بیوشیمیایی بدن نیز تأثیرگذار خواهند بود (۴). براساس نتایج به‌دست‌آمده از تغییرات ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهیان جوان بنی در آزمایش حاضر، محتوای پروتئین بدن در تیمارهای سین‌بیوتیکی آزمایش با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد و دارای روند افزایش معنی‌داری تا تیمار ۴ بود، این نتیجه ممکن است به بهره‌برداری بیشتر اسیدآمینه و قابلیت هضم جیره غذایی در این تیمارهای سین‌بیوتیکی نسبت به تیمار شاهد مرتبط باشد (۱۶)، هرچند که با افزایش سطح مکمل سین‌بیوتیکی به ۲ گرم در کیلوگرم جیره غذایی محتوای پروتئین بدن کاهش یافت که دلیل آن می‌تواند افزایش بیش از نیاز میزان پری‌بیوتیک موجود در سین‌بیوتیک و عدم توانایی پروبیوتیک در تخمیر

یکی از عوامل اقتصادی شدن صنعت پرورش آبزیان کاهش ضریب تبدیل غذایی است (۲۳). در آزمایش حاضر بهترین ضریب تبدیل غذایی، کارایی غذایی و نسبت بازده پروتئین در ماهیان تیمار ۴ با جیره حاوی ۱/۵ گرم سین‌بیوتیک به ازای هر کیلوگرم جیره غذایی مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشت. بهبود شاخص‌های تغذیه‌ای نشان‌دهنده کارایی و قابلیت هضم بهتر و جذب کامل‌تر غذا است (۳۲). فروکتوالیگوساکارید (FOS) موجب کاهش سرعت عبور مواد غذایی در لوله گوارشی می‌شود. این امر فرصت بیشتری را برای افزایش قابلیت هضم و جذب مواد غذایی و کارایی تغذیه فراهم می‌نماید. همچنین FOS غذایی مناسب برای باکتری‌های مفید روده است و موجب برتری جمعیت مفید میکروبی روده می‌گردد (۴). از طرف دیگر این احتمال وجود دارد که پروبیوتیک‌ها، اشتها را تحریک کرده و از طریق تولید ویتامین، سم‌زدایی ترکیبات غذا و شکستن ترکیبات غیرقابل هضم، سبب بهبود تغذیه شوند (۲۱).

باکتری *Enterococcus faecium* به کمک FOS مورد استفاده در سین‌بیوتیک آزمایش حاضر در روده ماهی بنی، می‌تواند از طریق ترشح مواد خارج سلولی نظیر آنزیم‌های گوارشی، باعث هضم و جذب بهتر غذا در روده و بهبود کارایی تغذیه در این ماهیان سین‌بیوتیکی نسبت به ماهیان تیمار شاهد گردد. همچنین در این مطالعه رابطه مستقیمی بین نسبت بازده پروتئین و میزان رشد مشاهده گردید. بطوریکه افزایش میزان PER همراه با افزایش WG و SGR بود. با در نظر گرفتن این نکته که جیره‌های غذایی در تمامی تیمارها حاوی پروتئین و انرژی یکسان بوده‌اند، بنابراین می‌توان استفاده از مکمل غذایی سین‌بیوتیک در جیره‌های غذای ماهیان آزمایشی را عامل اصلی این رویکرد مثبت در رشد دانست. باکتری‌های موجود در مکمل سین‌بیوتیک از طریق فعالیت‌های آمیلولیتیک، سلولولیتیک، پروتئولیتیک و لیپولیتیک خارج سلولی و تخمیر مواد غذایی، کارایی مصرف غذا را افزایش داده و ضریب تبدیل غذایی

غذای مصرفی ماهیان پرورشی از مهم‌ترین شاخص‌های کنترل کیفیت ترکیبات بیوشیمیایی بدن برای این موجودات محسوب می‌شود (۳۰).

نتایج به‌دست‌آمده در پایان آزمایش نشان داد که شاخص‌های رشد، ریخت‌شناسی و کارایی تغذیه در تیمارهای تغذیه‌شده با مکمل غذایی سین‌بیوتیک وضعیت مطلوب-تری نسبت به تیمار شاهد داشتند و سین‌بیوتیک افزوده‌شده به جیره غذایی توانست باعث بهبود این شاخص‌ها گردد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در آزمایش حاضر، سطح ۱/۵ گرم سین‌بیوتیک بر کیلوگرم جیره غذایی مطلوب‌ترین تیمار آزمایشی است، لذا این مقدار می‌تواند به‌عنوان سطح مطلوب استفاده از این مکمل غذایی برای افزایش وزن و بهبود ضریب تبدیل غذایی در جیره غذایی ماهی بنی (*M. sharpeyi*) پیشنهاد گردد.

مقادیر بالای آن‌ها و به‌تبع کاهش نسبی توانایی در هیدرولیز پروتئین‌های جیره غذایی نسبت به تیمار ۴ (سطح ۱/۵ گرم سین‌بیوتیک در کیلوگرم جیره غذایی) باشد (۲۰). تحقیقات مختلف نشان داده است که شرایط فیزیکی و ریخت‌شناسی موجود و عوامل محیطی و تغذیه‌ای از جمله مواردی هستند که در ترکیبات بیوشیمیایی بدن موجود تأثیر می‌گذارند (۹). در همین راستا آزمایشی با استفاده از فرکتوالیگوساکارید و گالاکتو الگوساکارید روی آزادماهی اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) انجام گرفت و نتایج آن نشان داد که این مکمل غذایی میزان پروتئین بدن را افزایش داده است (۱۴). همچنین استفاده از پروبیوتیک *Bacillus circulans* در ماهیان کاتلا جوان (*Catla catla*) میزان پروتئین بدن را به‌طور معنی‌داری بهبود داده است (۹). بطورکلی ترکیبات مختلف غذایی دارای اثرات متفاوتی بر ترکیب بیوشیمیایی بدن ماهیان هستند. علاوه بر آن کیفیت

منابع

۱. بساک کاهکش، ف.، صالحی، ح.، امیری، ف.، و نیک‌پی، م.، ۱۳۸۹. پرورش توأم ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) با کپور ماهیان چینی و مقایسه اقتصادی آن با روش پرورش مرسوم، مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، ۳، صفحات ۷۳-۸۵.
۲. جنایی حق‌پرست، ر.، ۱۳۹۱. مقایسه تأثیر ترکیبی پروبیوتیک باکتوسل و پری‌بیوتیک مانان بر بازماندگی، شاخص‌های رشد و برخی از پارامترهای پاسخ ایمنی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، صفحات ۲۵-۴۸.
۳. خواجه، غ.، و پیغان، م.، ۱۳۸۶. بررسی برخی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورش‌یافته در استخرهای خاکی، مجله تحقیقات دامپزشکی، ۳، صفحات ۱۹۷-۲۰۳.
۴. زوارئی، م.، اکرمی، ر.، و چیت‌ساز، ح.، ۱۳۹۱. تأثیر مکمل غذایی سین‌بیوتیک روی رشد، بازماندگی، ترکیب بدن و مقاومت به تنش شوری در بچه ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، ۸۲ صفحه.
۵. علیشاهی، م.، سلطانی، م.، مصباح، م.، و زرگر، ا.، ۱۳۹۱. اثر تحریکات رشد و ایمنی سه عصاره گیاهی در کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، مجله تحقیقات دامپزشکی، دوره ۳۷ (۲)، صفحات ۱۴۲-۱۳۵.
۶. نیرومند، م.، سجادی، م.، یحیوی، م.، و اسدی، م.، ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف بتائین جیره بر مقاومت بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*) در برابر استرس-های محیطی. مجله آبزیان و شیلات. سال اول، شماره ۴، صفحات ۶۳-۷۰.
7. Ai, Q., Xu, H., Mai, K., Xu, W., Wang, J., and 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, PP: 155-161.
8. AOAC., 1995. Association of official analytical chemists. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Arlington, 337 p.

9. Bahrami Babahydari, S., Dorafshan, S., Paykanheyrati, F., Mahboobi Soofiani, N., and Vahabi, M. R., 2013. Effect of dietary wood betony, *Stachys lavandulifolia* extract on growth performance, some hematological and biochemical parameters on common Carp, *Cyprinus carpio*. Iranian Journal Fisheries Science, PP: 805-817.
10. Bairagi, A., Ghosh, K. S., Sen, S. K., and Ray, A. K., 2004. Evaluation of the nutritive value of *Leucaena leucocephala* leaf meal, inoculated with fish intestinal bacteria *Bacillus subtilis* and *Bacillus circulans* in formulated diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. Aquaculture Research, 35, PP: 436-446.
11. Daniels, C., Merrifield, D., Boothroyd, D., Davies, S., Factor, J., and Arnold, K., 2010. Effect of dietary Bacillus spp. and mannan oligosaccharides (MOS) on European lobster (*Homarus gammarus* L.) larvae growth performance, gut morphology and gut microbiota. Aquaculture, 304, PP: 49-57.
12. Daniels, C. L., Merrifield, D. L., Ringo, E., and Davies, J., 2013. Probiotic, prebiotic and synbiotic applications for the improvement of larval European lobster (*Homarus gammarus*) culture. Aquaculture, 416-417, PP: 396-406.
13. Doos Ali Vand, Z., Alishahi, M., and Tabande, M. R., 2014. Effects of different levels of *Lactobacillus casei* as probiotic on growth performance and digestive enzymes activity of *Barbus grypus*. International Journal of Biosciences, 4, PP: 106-116.
14. Gatlin, D., Li, P., Wang, X., Burr, G., Castille, F., and Lawrence, A., 2006. Potential application of prebiotics in aquaculture. Avances en nutrición acuícola VIII. VIII Simposium I de Nutrición Acuicola, PP: 371-376.
15. Gawlicka, A., Herold, M. A., Barrows, F. T., Noue, G. D. L., and Hung, S. S. O., 2002. Effect of dietary lipid on growth, fatty acid composition, intestinal absorption and hepatic storage in white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) larvae. Applied Ichthyology, 18, PP: 673-681.
16. Genc, M., Aktas, M., Genc, E., and Yilmaz, E., 2007. Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus*. Aquaculture Nutrition, 13, PP: 156-161.
17. Ghodratizadeh, S., Ghodratizadeh, S., Farhoudi, M., and Habibian, R., 2011. Effect of addition of *Saccharomyces cerevisiae* and *Bacillus subtilis* in diet on selected hematological and biochemical parameters in common carp (*Cyprinus carpio*). Word Journal of Fish and Marine Sciences, 3, PP: 96-99.
18. Hernandez, L. H. H., Teshima, S. I., Koshio, S., Ishikawa, M., and Tanaka, Y. M. S., 2007. Effects of vitamin A on growth, serum anti-bacterial activity and transaminase activities in the juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture, 262, PP: 444-450.
19. Hoseinifar, S. H., Mirvaghefi, A., Mojazi Amiri, B., Khosbavar Rostami, H., and Merrifield, D., 2010. The effects of oligofructose on growth performance, survival, intestinal microbiota and liver histology of endangered great sturgeon (*Huso huso*) juvenile. Aquaculture Nutrition, 17, PP: 498-504.
20. Hoseinifar, S. H., Mirvaghefi, A., Merrifield, D. L., Amiri, B. M., Yelghi, S., and 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, PP: 91-96.
21. Irianto, A., and Austin, B., 2002. Probiotics in aquaculture. Journal of Fish Disease, 25, PP: 633-642.
22. Jafaryan, H., Makhtomy, N., Ahmadi, M., and Mahdavi, M., 2007. Evaluation of the effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a probiotic on the growth, feeding parameters and survival rate of *Acipenser persicus* larvae which was fed on by bioencapsulated *Daphnia magna*. Aquaculture Europe. 24-27 October, 2007. Istanbul, turkey, PP: 260-261.
23. Jha, D. K., Bhujel, R. C., and Anal, A. K., 2015. Dietary supplementation of probiotics improves survival and growth of Rohu (*Labeo rohita*) hatchlings and fry in outdoor tanks. Aquaculture, 435, PP: 475-479.
24. Lara-Flores, M., Olvera-Novoa, M. A., Guzman-Mendez, B. E., and Lopez-Madrid, W., 2003. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 216, PP: 193-201.
25. Mehrabi, Z., Firouzbakhsh, F., and Jafarpour, A., 2011. 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, PP: 474-481.
26. Merrifield, D. L., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S. J., Baker R. T. M., and Bøgwald, J., 2010. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture*, 302, PP: 1-18.
 27. Nekoubin, H., and Sudagar, M., 2012. Assessment of the effects of synbiotic (Biomin Imbo) via supplementation with artificial diet (with different protein levels) on growth performance and survival rate in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *World Journal of Zoology*, 7, PP: 236-240.
 28. Nekoubin, H., Hatefi, S., Javaheri, S., and Sudagar, M., 2012, Effects of synbiotic (Biomin Imbo) on growth performance, survival rate, reproductive parameters of angelfish (*Pterophyllum scalare*). *Walailak Journal of Science & Technology*, 9(4), PP: 327-332.
 29. Olsen, Y., 1997. Larval rearing technology of marine species in Norway. *Hydrobiologia*, 358, PP: 27-36.
 30. Shearer, K. D., 2001. The effect of diet composition and feeding regime on the proximate composition of farmed fishes, in *Farmed fish quality*, Kestin, S. C. and Warriss, P. D., Eds. London, UK, Blackwell, PP: 31-41.
 31. Soleimani, N., Hoseinifar, S. H., Merrifield, D. L., Barati, M., and Hassan Abadi, Z., 2012. Dietary supplementation of fructooligosaccharide (FOS) improves the innate immune response, stress resistance, digestive enzyme activities and growth performance of Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. *Fish & shellfish immunology*, 32, PP: 316-321.
 32. Staykov, Y., Spring, P., Denev, S., and Sweetman, J., 2007. Effect of mannan oligosaccharide on the growth performance and immune status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International*, 15, PP: 153-161.
 33. Steiner, T., 2006. The potential benefits of natural growth promoters. *Feed Tech*, 10(2), PP: 26-28.
 34. Tuan, L. A., and Williams, K. C., 2007. Optimum dietary protein and lipid specifications for juvenile malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture*, 267, PP: 129-138.
 35. Velisek, J., Svobodova, Z., Piackova, V., Groch, L., and Nepejchalova, L., 2005. Effects of clove oil anaesthesia on common carp (*Cyprinus carpio*). *Veterinaria Medicina*, 6, PP: 269- 275.
 36. Wang, Y. B., and Xu, Z. R., 2006. Effect of probiotics for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. *Animal Feed Science and Technology*, 127, PP: 283-292.
 37. 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. *Aquaculture*, 277, PP: 203-207.
 38. Wongsasak, U., Chaijamrus, S., Kumkhong, S., and Boonanuntanasarn, S., 2015. Effects of dietary supplementation with β -glucan and synbiotics on immune gene expression and immune parameters under ammonia stress in Pacific white shrimp. *Aquaculture*, 436, PP: 179-187.
 39. Yar-Ahmadi, P., Moradi, N., and Ghyasvandi, N., 2014. The effect of dietary supplemented with Synbiotic (Biomin IMBO®) on growth performance, carcass composition, hematological and serum biochemical parameters of common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, Cyprinidae). *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, 4, PP: 2129-2139.
 40. Ye, J. D., Wang, K., Li, F. D., and 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, PP: 902-911.
 41. Zhou, X., Tian, Z., Wang, Y., and Li, W., 2010. Effect of treatment with probiotics as water additives on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. *Fish Physiology Biochemistry*, 36, PP: 501-509.

Effects of dietary supplementation of synbiotic on growth performance, feed utilization and body biochemical composition of Benni, *Mesopotamichthys sharpeyi*

Bajelan B., Zakeri M., Mousavi S.M., Yavari V. and Rajab zadeh E.

Fisheries Dept., Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, I.R. of Iran

Abstract

This study has been carried to determine the optimum level of dietary supplementation of synbiotic of Benni (*Mesopotamichthys sharpeyi*). A total of 600 fish with initial average weight of 3.83 ± 0.2 g were kept in 15 tanks with 300 l capacity (40 fish/tank). Five dietary treatments included treatment 1 (control) which were fed with basal commercial diet without synbiotic and the other treatments 2 to 5 containing 0.5, 1, 1.5 and 2 g synbiotic per kg of diets, respectively. The experimental trail was carried out in triplicate for a period of 60 days. The results showed that different dietary synbiotic supplementation levels can improved growth and feeding performances. Also, the body biochemical composition was improved by increase in protein contents. High concentration of symbiotic increased the final average weight among the treatments up to 1.5 g per kg of diet. Also, other factors like food conversion ratio, food efficiency and protein efficiency ratio were significantly higher in the treatment 4. The optimum results for *M. sharpeyi* were achieved at 1.5 g per kg dietary synbiotic supplementation that affected on weight gain, feed conversion ratio and body biochemical composition.

Key words: *Mesopotamichthys sharpeyi*, synbiotic supplementation, growth performance, feeding utilization, body biochemical composition.