"مقاله پژوهشی"

اثر پربیوتیک بهسام بر رشد، کارایی تغذیه و ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*, Wabaum, 1972)

محبوبه حاجی قربانی[1*]، حجت‌الله جعفریان[1]، محمد هرسیج[1]، محمد قلی زاده[1]

۱.گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر پربیوتیک دیواره سلولی مخمر *Saccharomyces cerevisiae* بر عملکرد رشد و ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان آزمایشی با تعداد ۶۰۰ قطعه بچه ماهی با میانگین وزنی (g) ۲±۱۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار آزمایشی و سه تکرار شامل گروه شاهد (فاقد پربیوتیک) و تیمارهای آزمایشی B1، B2 و B3 به ترتیب حاوی ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی به مدت ۴۵ روز انجام شد. در پایان آزمایش نتایج نشان داد در تیمارهای B1 و B3 میزان وزن نهایی (۷۵/۹۱ و ۷۴/۱۶)، طول نهایی (۱۸/۶۷ و ۱۸/۳۷)، افزایش وزن (۵۷/۹۱ و ۵۶/۱۶)، افزایش طول (۸/۹۷ و ۸/۶۵)، نرخ رشد ویژه (۳/۱۷ و ۳/۱۲)، ضریب تبدیل غذایی (۱/۰۷ و ۱/۰۹)، نرخ کارایی غذا (۹۵/۶۱ و ۹۳/۴۰)، نسبت کارایی پروتئین (۲/۱۲ و ۲/۰۷)، چربی (۸/۸۵ و ۸/۶۴) و انرژی (۰/۰۵۶ و ۰/۰۵۵) و همچنین نرخ رشد ویژه پروتئین (۳/۲۱ و ۳/۲۲)، چربی (۳/۲۴ و ۳/۲۱) و انرژی (۳/۲۴ و ۳/۲۰) در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش‌یافته است ($P<0/05$). بیشترین ضریب تغییرات طولی (۶/۲۵ درصد) نیز در تیمار B3 ثبت گردید ($P<0/05$)؛ اما تفاوت معنی‌داری در ضریب تغییرات وزنی و فاکتور وضعیت بین تیمارها مشاهده نگردید ($P>0/05$). ازنظر ترکیبات شیمیایی لاشه نیز بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$). بااین‌حال بالاترین درصد ماده خشک (۳۰±۰/۲۸)، پروتئین (۱۹/۴۸±۰/۸۳)، چربی (۴۴/۷۰±۰/۱۰) و فیبر لاشه (۰/۴۶±۰/۲۹) در تیمار B3 اندازه‌گیری گردید. درمجموع افزودن پربیوتیک تجاری بهسام در سطوح ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم قابلیت تأثیرگذاری نسبتاً مطلوبی بر عملکردهای رشد و کارایی تغذیه در بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان داشت.

کلمات کلیدی: پربیوتیک، قزل‌آلای رنگین‌کمان، مخمر، شاخص رشد

*عهده دار مکاتبات mahboobe ghorbani71@gmail.com

مقدمه

افزایش جمعیت و کمبود مواد غذایی بخصوص منابع پروتئینی باکیفیت بالا سبب گردیده است تا در چند دهه اخیر توجه خاصی به منابع خوراکی دریایی مبذول گردیده و مطالعات بیشتری در زمینه انواع آبزیان و استفاده از آن‌ها صورت پذیرد. در این مورد علاوه بر موضوع تهیه غذا، فراهم آوردن غذای سالم نیز موردنظر می‌باشد. این امر اهمیت کنترل کیفی میکروبی و شیمیایی مواد غذایی را در مراحل مختلف تهیه، تولید و مصرف روشن می‌نماید. به‌هرحال وجود نیازهای تغذیه‌ای بخصوص در کشورهای درحال‌توسعه و امکان تأمین قسمتی از آن از طریق منابع دریایی ضرورت شناخت، توجه و بهره‌گیری بهینه از این منابع را به‌خوبی نشان می‌دهد (رضایی و همکاران، ۱۳۸۱). غذاهای دریایی منبع پروتئینی باارزشی برای انسان‌ها می‌باشند و در یک رژیم غذایی سالم نقش مهمی را ایفا می‌کند (Kose *et al*., 2001). افزایش تقاضای بازار و افزایش سرانه مصرف آبزیان در طول سال‌های اخیر موجب گذار سیستم‌های آبزی‌پروری از حالت گسترده به سمت سیستم‌های نیمه متراکم و متراکم گردیده است. در این راستا با صنعتی شدن و افزایش تراکم ذخیره‌سازی در مزارع پرورشی، ظهور انواع بیماری‌ها عمده‌ترین چالش پیش روی آبزی‌پروری است (Bondad Reantaso *et al*., 2005). بنابراین بهبود شاخص‌های رشد و کاهش تلفات در سیستم‌های پرورش متراکم، چالش مهمی است که پرورش‌دهندگان در پرورش گونه‌های مهم تجاری با آن روبرو هستند (Abdol-Tawab *et al*., 2008). در پرورش آبزیان، تغذیه به‌طور واضح نقش مهمی در نگهداری و سلامتی ماهی دارد (Pieterse *et al*., 2000). نیازهای غذایی ماهیان هم مشابه دیگر مهره‌داران است، یعنی آن‌ها هم برای رشد، تولیدمثل و دیگر عملکردهای فیزیولوژیکی معمول خود نیاز به مصرف پروتئین، مواد معدنی، ویتامین‌ها، فاکتور رشد و منابع انرژی‌دارند (Babalola *et al*., 2011). ازاین‌رو نقص در یک یا چند ماده مغذی ضروری می‌تواند باعث کاهش میزان کارایی ماهی، بیماری یا حتی مرگ شود (Barrows *et al*., 2007). دراین‌بین یکی از مهم‌ترین دغدغه‌ها، دوره پرورش بچه ماهیان و یکی از اصول موفقیت‌آمیز بودن بازگشت شیلاتی ماهیان، مسئله تغذیه بهینه بچه ماهیان می‌باشد که می‌تواند رشد، سلامت و مقاومت در برابر بیماری‌ها را تضمین نماید (Sipauba-Tavares *et al*., 2001). استفاده از جیره‌های غذایی باکیفیت بالا سبب می‌شود تا ماهی‌ها با مصرف غذای کمتر در مدت‌زمان کوتاه‌تر، به وزن بازاری رسیده و به‌این‌ترتیب هزینه‌های تولید به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یابد. ضرورت این امر در مناطقی که دمای آب پرورشی پایین بوده و مدت‌زمان رسیدن بچه ماهیان به وزن به طول می‌انجامد؛ بیشتر نمایان می‌گردد. در این راستا می‌توان با افزودن برخی از مکمل‌ها به جیره ماهی، اثر آن‌ها را روی بهبود پارامترهای رشد بررسی کرد (Tiril *et al*., 2008). کیفیت گوشت آبزیان پرورشی نیز از موارد مهمی است که بسیار تحت تأثیر محیط پرورش و ترکیبات مغذی به‌کاررفته درون جیره غذایی قرار می‌گیرد (Douillet and Langdon, 1994). از طرفی با توجه به اینکه امروزه در صنعت آبزی‌پروری غذا بالاترین و بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است؛ بنابراین دانش تغذیه و تغذیه عملی و روش‌های آن به‌منظور تهیه و تأمین غذای مناسب و ارزان‌قیمت

می‌تواند نقش مهمی در کاهش هزینه‌ها و پرورش موفق آبزیان را به همراه داشته باشد (Pereira *et al*., 2012). در همین راستا انواع گسترده‌ای از ترکیبات در طول سال‌های اخیر در جیره‌های غذایی گونه‌های مختلف آبزیان مورد مطالعه قرارگرفته است که ازجمله آن‌ها می‌توان به پربیوتیک اشاره کرد. پربیوتیک‌ها ترکیبات کربوهیدراتی غیرقابل‌هضم و قابل تخمیری به شمار می‌روند که به‌صورت انتخابی رشد و متابولیسم یک‌گونه یا گونه‌های محدودی از باکتری‌های دستگاه گوارش میزبان را که این‌ها نیز به‌نوبه خود محرک سلامت میزبان‌اند تحریک می‌کنند (Gibson *et al*., 2004). پربیوتیک تجاری بهسام حاوی دیواره‌ی سلولی مخمر *Saccharomyces cerevisiae* به همراه لاکتوباسیل‌های گرم مثبت می‌باشد. با توجه به ماهیت پلی‌ساکاریدی و پپتیدوگلیکانی این دیواره‌ی سلولی، این محصول حاوی اغلب الیگوساکاریدها مانند فروکتوالیگوساکاریدها، گلوکوالیگوساکاریدها و مانان الیگوساکاریدها و اینولین می‌باشد. این ترکیبات دارای تأثیر مستقیم محدودکننده بر عوامل بیماری‌زا و تأثیر غیرمستقیم بر سلامتی میزبان از طریق کمک به افزایش جمعیت میکروبی مفید در روده هستند. این ترکیبات که به میزان زیادی نیز مورد مصرف قرار می‌گیرند این توانایی را دارند تا با توجه به ساختار شیمیایی منحصربه‌فردی که دارند سلامت و زیست‌بوم دستگاه گوارش موجود میزبان را بهبود بخشند (Denev *et al*., 2009؛ RingØ *et al*., 2010). تا به امروز مطالعات متعددی در ارتباط با بررسی تأثیر استفاده از پربیوتیک-های مختلف تجاری بر پارامترهای مختلف زیستی در جیره غذایی گونه‌های مختلف آبزیان انجام‌شده که نتایج متناقضی به همراه داشته است (Akhter *et al*., 2015) به‌عنوان‌مثال استفاده از این ترکیبات در جیره غذایی در ماهی کپور آینه‌ای (Kühlwein *et al*., 2014)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (Salamatduost nobar *et al*., 2011) و ماهی آزاد اقیانوس اطلس (Grisdal-Helland *et al*., 2008) منجر به بهبود پارامترهای رشد و تغذیه گردیده اما در جیره غذایی ماهی کپور معمولی هیچ‌گونه تأثیر معنی‌دار نداشته است (Hoseinifar *et al*., 2014; 2016؛ Eshaghzadeh *et al*., 2015).

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با دارا بودن ویژگی‌های خاص ازجمله کیفیت مطلوب گوشت، اهلی شدن سریع و آسان، سخت‌گیر نبودن در غذا گیری، امکان پرورش متراکم، طول نسبتاً کوتاه دوره پرورش و مقاومت به طیف وسیعی از شرایط فیزیکوشیمیایی محیط، از گونه‌های مهم و تجاری در ایران و جهان برای تأمین پروتئین موردنیاز جوامع بشری به شمار می‌رود (Hardy *et al*., 2000). تولید این گونه به‌طور عمده از سال ۱۹۵۰ میلادی به شکل نمائی به‌ویژه در کشورهای اروپایی و همین‌طور کشور شیلی با یک رشد قابل‌توجه مواجه بوده است. این روند افزایشی در درجه اول به علت افزایش میزان تولید در آب‌های داخلی کشورهایی از قبیل فرانسه، ایتالیا، دانمارک، آلمان و اسپانیا برای تأمین تقاضای بازار و پرورش ماهیان دریایی در قفس در کشورهایی مانند نروژ و شیلی برای بازار صادرات بود. بررسی آمار ارائه‌شده در طول ۱۰ سال گذشته نشان می‌دهد که میزان تولید این‌گونه از ۵۶۱۹۶۶ تن در سال ۲۰۰۵ به رقمی در حدود ۸۱۲۹۳۹ تن در سال ۲۰۱۴ رسیده است. همچنین بررسی این آمار در همین بازه زمانی در کشور ایران نیز نشان می‌دهد که میزان تولید این‌گونه از ۳۴۷۶۰ تن در سال ۱۳۸۴ به ۱۶۳۳۲۵ تن در سال ۱۳۹۵ رسیده است (FAO, 2016؛ سالنامه آماری

شیلات ایران، ۱۳۹۵). علی‌رغم این رشد قابل‌توجه بخصوص در طول سال‌های اخیر، پرورش این‌گونه همواره با مشکلاتی نیز مواجه بوده است که از آن جمله می‌توان به تغییرات کیفیت آب، شیوع بیماری‌ها و مشکلات تغذیه‌ای اشاره کرد، به‌گونه‌ای که شیوع بیماری به منزله مشکل عمده آبزی‌پروری، گسترش اقتصادی این بخش را در بسیاری از کشورهای جهان من‌جمله ایران تحت تأثیر قرار داده و همواره راه‌حل‌هایی نیز برای برطرف کردن این مشکلات ارائه‌شده است (Alishahi *et al*., 2010). ازجمله این راهکارها می‌توان به استفاده از بیوتیک‌های مختلف ازجمله پربیوتیک‌ها در جیره غذایی اشاره کرد. در همین راستا استفاده از پربیوتیک‌ها در جیره‌های غذایی به‌منظور بهبود وضعیت سلامت ماهیان پیشنهادشده است (پورامینی و حسینی‌فر، ۱۳۸۶). بررسی منابع موجود نشان داده است که با توجه به ماهیت رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان کمتر در زمینه استفاده از پربیوتیک‌های مختلف در جیره غذایی این گونه پرداخته شده است؛ بنابراین نظر به اهمیت تجاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌عنوان یک‌گونه دارای ارزش اقتصادی بالا در صنعت آبزی‌پروری کشور مطالعه حاضر باهدف بررسی تأثیر استفاده از پربیوتیک تجاری بهسام بر عملکردهای رشد، کارایی تغذیه و ترکیبات شیمیایی لاشه در جیره غذایی بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد.

مواد و روش‌ها

محل اجرا و روش آزمایش

مطالعه حاضر از اواسط بهمن تا اواخر اسفندماه سال ۱۳۹۵ در کارگاه خصوصی پرورش ماهی هامون واقع در استان گلستان، شهرستان آزادشهر، در فاصله ۳۵ کیلومتری استان سمنان انجام شد. بدین منظور تعداد ۶۰۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی (انحراف معیار±میانگین) ۲±۱۸ گرم از یکی از مراکز تکثیر و پرورش ماهی (هراز، ایران) تهیه شد. بچه ماهیان در کیسه‌های پلاستیکی با حجم ۱ به ۳ از آب و اکسیژن بسته‌بندی‌شده و به محل انجام آزمایش منتقل شدند. پس از انتقال بچه ماهیان به کارگاه پرورش ماهی به‌طور تصادفی با تراکم ۵۰ عدد بچه ماهی در ۴ استخر آبراهه‌ای (۴ تیمار) در ابعاد ۱×۳×۲۰ متر که توسط توری‌های فلزی با ابعاد ۰/۶×۰/۶×۱ مترمکعب به سه قسمت مساوی تقسیم‌شده بودند (هر قفس توری به‌عنوان یک تیمار در نظر گرفته شد) درمجموع با ۱۲ تکرار به مدت ۴۵ روز به میزان ۴-۵ درصد وزن بدن تا حد سیری، روزانه در سه نوبت در ساعات ۸ صبح، ۱۴ بعدازظهر و ۱۹ شب غذادهی شدند. منبع تأمین‌کننده آب موردنیاز برای استخرها از آب چشمه واقع در نزدیکی کارگاه تأمین شد. جهت بهبود کیفی آب موردنیاز پرورش، تصفیه فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی آب، به‌وسیله تأسیسات موجود در کارگاه صورت گرفت. نیاز اکسیژنی بچه ماهیان نیز در هر حوضچه با استفاده از یک دستگاه تزریق اکسیژن باقدرت تولید ۱۸ تا ۲۰ کیلوگرم اکسیژن در ساعت با خلوص ۹۳ تا ۹۵ درصد تأمین گردید. در طول دوره آزمایش فاکتور دما به شکل روزانه سه مرتبه و قبل از غذادهی به بچه ماهیان توسط دماسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری می‌شد که در طول دوره پرورش به‌طور میانگین (± انحراف معیار) ۱/۳۶± ۱۴/۶ درجه سانتی‌گراد بود.

طرح آزمایش

تحقیق حاضر با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در سه تیمار آزمایشی حاوی سطوح ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم از پربیوتیک تجاری بهسام در هر کیلوگرم جیره تجاری به ترتیب تحت عناوین B1، B2 و B3 به همراه یک گروه شاهد در قالب چهار تیمار آزمایشی با سه تکرار طراحی شد.

نحوه ساخت و آماده‌سازی جیره‌های غذایی

به‌منظور آماده‌سازی جیره‌های غذایی، ابتدا مقدار غذا برای کل دوره آزمایش (۴۵ روز) برای هر تیمار محاسبه شد. سپس غذای کنستانتره پیش پرواری ساخت شرکت تولیدی فرادانه (با قطر ۴-۰/۳ میلی‌متر حاوی ۴۴-۴۰ درصد پروتئین خام، ۱۶-۱۲ درصد چربی خام، ۴-۲ درصد فیبر خام، ۱۱-۷ درصد خاکستر، ۱۱-۵ درصد رطوبت، ۱/۵-۱ درصد فیبر خام) با استفاده از ترازوی حساس آزمایشگاهی (Kern مدل KB 360-3N) با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید. پس از محاسبه میزان پربیوتیک موردنیاز برای هر تیمار، مقدار محاسبه‌شده از پربیوتیک توزین شده و از طریق کوبیدن درون هاون چینی کاملاً به‌صورت پودر تبدیل شد. سپس با اضافه کردن مقدار مشخصی آب مقطر (۱۰۰ میلی‌لیتر) درون بشرهای شیشه‌ای جداگانه با استفاده از همزن برقی برای مدت ۳ دقیقه به‌خوبی هم زده شد و درنهایت سه سوسپانسیون حاوی مقادیر مشخصی از پربیوتیک بهسام (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم) تهیه شد. در مرحله بعد سوسپانسیون پربیوتیکی تهیه‌شده روی غذای اکسترود در سه سینی فلزی جداگانه اسپری شده و درون دستگاه میکسر بخونی همگن و با غذا مخلوط و در نهایت سه جیره آزمایشی حاوی غلظت‌های مختلف از پربیوتیک بهسام تهیه شد. جیره‌های آماده‌سازی شده پس از یکنواخت شدن، درون دستگاه خشک‌کن با دمای ۴۰C° (Ghosh *et al*., 2003) به مدت ۵ ساعت خشک شدند (دارای ۱۰ درصد رطوبت). سپس در کیسه‌های پلاستیکی از جنس پلی‌اتیلن به رنگ مشکی بسته‌بندی و شماره‌گذاری شده و در ظروف درب دار محکم تا زمان مصرف در فریزر با دمای ۲۰- درجه زیر صفر نگهداری شدند. لازم به ذکر است کلیه مراحل تهیه و آماده‌سازی جیره‌های غذایی در آزمایشگاه آبزی‌پروری دانشگاه گنبدکاووس انجام شد. همچنین پربیوتیک مورد استفاده در تحقیق حاضر نیز از شرکت زیست بهمن (کرج، ایران) تهیه گردید.

زیست‌سنجی

به‌منظور بررسی وضعیت رشد بچه ماهیان در طول دوره پرورش، در ابتدا و انتهای دوره پرورش (۴۵ روز) پس از گذراندن یک دوره ۲۴ ساعته بدون غذادهی تمام بچه ماهیان موجود در هر قفس توری صید و پس از بی‌هوش کردن با ppm ۲۰۰ پودر گل میخک در لیتر (مهرابی، ۱۳۷۷) طول و وزن آن‌ها به ترتیب با استفاده از تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر و ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم (ترازوی Kern مدل KB 360-3N) اندازه‌گیری شد. با توجه به اطلاعات ثبت شده و میزان پروتئین، چربی و انرژی موجود در غذا و اندازه‌گیری شده از لاشه بچه ماهیان، شاخص‌های رشد و تغذیه بر اساس منابع موجود با استفاده از فرمول‌های ریاضی محاسبه و ارزیابی شدند:

میانگین وزن ابتدای دوره به گرم – میانگین وزن انتهای دوره به گرم = افزایش وزن بدن (Sun *et al*., 2007)

میانگین طول بدن در ابتدای دوره به سانتی‌متر – میانگین طول بدن در انتهای دوره به سانتی‌متر = افزایش طول بدن (Sun *et al*., 2007)

[زمان/ (لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم– لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم)] ×۱۰۰= نرخ رشد ویژه (Sun *et al*., 2007)

[(میانگین وزن نهایی به گرم/ انحراف معیار وزن نهایی به گرم)] ×۱۰۰= ضریب تغییرات وزنی (De silva and Anderson, 1995)

[(میانگین طول نهایی به سانتیمتر/ انحراف معیار طول نهایی به سانتیمتر)] ×۱۰۰= ضریب تغییرات طولی (De silva and Anderson, 1995)

((۳ میانگین طول انتهای دوره به سانتیمتر)/ میانگین وزن انتهای دوره به گرم)) ×۱۰۰ = شاخص وضعیت (Lim *et al*., 2000)

افزایش وزن بدن (گرم)/ مقدار غذای خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی (AOAC،1990)

(مقدار غذای خورده شده به گرم/ افزایش وزن بدن به گرم) ×۱۰۰ = کارایی غذا (AOAC،1990)

مقدار مصرف پروتئین (گرم)/ افزایش وزن بدن (گرم) = نسبت کارایی پروتئین (Sotodeh *et al*., 2011)

مقدار چربی خورده شده (گرم)/ وزن به‌دست‌آمده (گرم) = نسبت کارایی چربی (Sotodeh rt al., 2011)

میزان انرژی دریافتی (کیلوژول) / وزن اضافه‌شده (گرم) = نسبت کارایی انرژی (Douillet and Langdon, 1994)

[زمان/ (لگاریتم طبیعی میانگین پروتئین اولیه لاشه (گرم)– لگاریتم طبیعی میانگین پروتئین نهایی لاشه (گرم))] ×۱۰۰= نرخ رشد ویژه پروتئین (Sun *et al*., 2007)

[زمان/ (لگاریتم طبیعی میانگین چربی اولیه لاشه (گرم)– لگاریتم طبیعی میانگین چربی نهایی لاشه (گرم))] ×۱۰۰= نرخ رشد ویژه چربی (Sun *et al*., 2007)

آنالیز لاشه

به‌منظور تعیین ترکیب لاشه، در پایان دوره ۴۵ روزه پرورش هر مخزن آزمایش، به‌صورت تصادفی تعداد ۶ قطعه بچه ماهی پس از تحمل ۲۴ ساعت گرسنگی، صید شده و در کیسه‌های پلاستیکی مجزا و درون محفظه‌ای پر از یخ به آزمایشگاه تغذیه دام مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان گرگان جهت تعیین ترکیبات شیمیایی لاشه منتقل شدند. در آزمایشگاه، تجزیه لاشه بچه ماهیان قزل‌آلا و تعیین ترکیبات شیمیایی لاشه مطابق با روش استاندارد AOAC (۱۹۹۰) انجام گرفت. میزان پروتئین لاشه با استفاده از روش کجلدال[2]، چربی با استفاده از روش سوکسله[3] از طریق حل نمودن چربی در اتر و اندازه‌گیری میزان فیبر خام (سنجش الیاف) به روش فیبریتیک به‌وسیله دستگاه فیبر سنج و بعد از استخراج چربی و رقیق‌سازی در اسید (اسیدسولفوریک ۰/۲ نرمال) و سپس جوشاندن در باز (هیدروکسید سدیم (سود) ۰/۳ نرمال) محاسبه گردید.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

جهت تجزیه‌وتحلیل به‌دست‌آمده پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از طریق انجام آزمون کلموگروف–اسمیرنوف[4]، تغییرات معیارهای رشد، تغذیه و ترکیبات لاشه بچه ماهیان از طریق انجام آزمون واریانس یک‌طرفه[5] و مقایسه میانگین بین تیمارها از طریق انجام آزمون چند دامنه‌ای نوکی[6] انجام شد. وجود و یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS نسخه ۲۳ در محیط ویندوز انجام شد و مقادیر P<۰/۰۵ معنی‌دار تلقی شد.

نتایج

پارامترهای رشد

براساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۱ بالاترین میزان وزن نهایی، طول نهایی، افزایش وزن، افزایش طول، ضریب تغییرات طولی و نرخ رشد ویژه در تیمارهای ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک و کمترین میزان آن‌ها

[2] Kjeldahl
[3] Soxhlet

[4] Kolmogorov-smirnov test
[5] one-way analysis of variance ANOVA
[6] Tukey HSD

در تیمار۴۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک ملاحظه گردید. مقادیر این پارامترها در تیمارهای ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک در مقایسه با تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک و گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). لازم به ذکر است که بین تیمارهای ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک در مقایسه باهم و همچنین بین تیمارهای ۴۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک و گروه شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P<۰/۰۵) (جدول۱). در حالیکه مقادیر ضریب تغییرات وزنی و فاکتور وضعیت (ضریب چاقی) بین تیمارهای تحت تأثیر پربیوتیک در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداند (P>۰/۰۵) (جدول۱). نتایج حاصل از آزمون رگرسیون خطی نیز حاکی از وجود همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مقادیر به‌دست‌آمده از وزن نهایی و نرخ رشد ویژه همراه با افزایش سطح پربیوتیک جیره بود که این ضرایب برای وزن نهایی r=۰/۰۱۰؛ P=۰/۱۹۴ و برای نرخ رشد ویژه r=۰/۰۱۶؛ P=۰/۱۸۱ تعیین گردید. در حالیکه بین طول نهایی (r=۰/۰۶۳؛ P=۰/۱۴۱)؛ ضریب تغییرات طولی (r=۰/۷۶۰؛ P=۰/۰۹۹)، ضریب تغییرات وزنی (r=۰/۷۰۰؛ P=۰/۱۲۴) و مقادیر فاکتور وضعیت (r=۰/۳۳۸؛ P=۰/۰۷۳) همراه با افزایش سطح پربیوتیک جیره نیز همبستگی مثبتی مشاهده شد.

فاکتورهای تغذیه‌ای

تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک بهسام بر معیارهای تغذیه‌ای بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان در جدول ۲ ارائه‌شده است. ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد و نتیجه مشابهی نیز در مورد نرخ کارایی غذا به دست آمد (P<۰/۰۵). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مقدار بهینه این دو فاکتور بدون هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار بین آن‌ها در تیمارهای ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک و کمترین مقدار آن‌ها نیز بدون هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار بین به ترتیب در تیمارهای ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک مشاهده شد (P<۰/۰۵). مطابق با آزمون رگرسیون خطی نیز بین افزایش سطح پربیوتیک جیره و ضریب تبدیل غذایی همبستگی منفی (r=۰/۰۳۲؛ P=-۰/۱۶۲) وجود داشت. ولی بین افزایش سطح پربیوتیک جیره و درصد کارایی غذا همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (r=۰/۰۱۰؛ P=۰/۱۹۴). نسبت کارایی پروتئین، نسبت کارایی چربی و نسبت کارایی انرژی نیز در تیمارهای ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک و گروه شاهد بود (P<۰/۰۵). همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری نیز بین این سه شاخص اندازه‌گیری شده با افزایش سطح پربیوتیک جیره وجود داشت که این ضریب همبستگی برای هر سه شاخص به شکل مساوی و معادل r=۰/۰۱۰؛ P=۰/۱۹۴ تعیین گردید. همچنین نرخ رشد ویژه پروتئین، نرخ رشد ویژه چربی و نرخ رشد ویژه انرژی نیز در تیمارهای تحت تأثیر ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک بهسام به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک و گروه شاهد افزایش یافت (P<۰/۰۵). بین این نرخ رشد ویژه پروتئین (r=۰/۱۷۸؛ P=۰/۴۱۷)، نرخ رشد ویژه چربی (r=۰/۲۲۷؛ P=۰/۳۷۷) و نرخ رشد ویژه انرژی (r=۰/۲۶۴؛ P=۰/۳۵۱) و افزایش سطح پربیوتیک جیره همبستگی مثبتی مشاهده شد.

جدول۱: شاخص‌های رشد (میانگین ± انحراف معیار) بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای مختلف

تیمار / فاکتورهای رشد	شاهد	B1	B2	B3
وزن نهایی (گرم)	۶۴/۳۹±۹/۰۴^{b}	۷۵/۹۱±۱۱/۸۹^{a}	۶۲/۶۷±۱۱/۰۹^{b}	۷۴/۱۶±۱۰/۶۱^{a}
طول نهایی (سانتی‌متر)	۱۷/۶۷±۰/۹۷^{b}	۱۸/۶۷±۱^{a}	۱۷/۵۶±۰/۸^{b}	۱۸/۳۵±۱/۱۲^{a}
افزایش وزن (گرم)	۴۶/۳۹±۹/۰۴^{b}	۵۷/۹۱±۱۱/۸۹^{a}	۴۴/۶۷±۱۱/۰۹^{b}	۵۶/۱۶±۱۰/۶۱^{a}
افزایش طول (سانتی‌متر)	۷/۹۷±۰/۹۷^{b}	۸/۹۷±۱^{a}	۷/۸۶±۰/۸^{b}	۸/۶۵±۱/۱۳^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد/ روز)	۲/۸۱±۰/۳۱^{b}	۳/۱۷±۰/۳۵^{a}	۲/۷۳±۰/۴۱^{b}	۳/۱۲±۰/۳۳^{a}
ضریب تغییرات وزنی (درصد)	۱۳/۴۲±۳/۱۷^{a}	۱۵/۱۶±۲/۴۵^{a}	۱۶/۹۷±۵/۴۴^{a}	۱۴/۱۵±۴/۵۵^{a}
ضریب تغییرات طولی (درصد)	۵/۵۴±۰/۵۶^{ab}	۵/۲۱±۰/۳۲^{ab}	۳/۹۸±۰/۵۰^{b}	۶/۲۵±۱/۲۱^{a}
فاکتور وضعیت	۱/۱۶±۰/۱۱^{a}	۱/۱۵±۰/۰۸^{a}	۱/۱۴±۰/۱۲^{a}	۱/۱۹±۰/۱۰^{a}

*اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیرمشابه هستند اختلاف معنی‌داری هستند ($p<۰/۰۵$).

جدول۲: فاکتورهای تغذیه‌ای (میانگین ± انحراف معیار) بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای مختلف

تیمار / فاکتورهای تغذیه‌ای	شاهد	B1	B2	B3
ضریب تبدیل غذایی	۱/۲۵±۰/۱۷^{b}	۱/۰۷±۰/۱۷^{a}	۱/۳۱±۰/۲۶^{b}	۱/۰۹±۰/۱۷^{a}
نرخ کارایی غذا (درصد)	۸۱/۰۹±۱۱/۳۹^{b}	۹۵/۶۱±۱۴/۹۸^{a}	۷۸/۹۳±۱۳/۹۷^{b}	۹۳/۴۰±۱۳/۳۷^{a}
نسبت کارایی پروتئین (گرم/گرم)	۱/۸۰±۰/۲۵^{b}	۲/۱۲±۰/۳۳^{a}	۱/۷۵±۰/۳۱^{b}	۲/۰۷±۰/۲۹^{a}
نسبت کارایی چربی (گرم/گرم)	۷/۵۰±۱/۰۵^{b}	۸/۸۵±۱/۳۸^{a}	۷/۳۰±۱/۲۹^{b}	۸/۶۴±۱/۲۳^{a}
نسبت کارایی انرژی (گرم/گرم)	۰/۰۴۷±۰/۰۰۶^{b}	۰/۰۵۶±۰/۰۰۸^{a}	۰/۰۴۶±۰/۰۰۸^{b}	۰/۰۵۵±۰/۰۰۷^{a}
نرخ رشد ویژه پروتئین (درصد)	۲/۷۹±۰/۱۲^{b}	۳/۲۱±۰/۰۷^{a}	۲/۷۸±۰/۰۸^{b}	۳/۲۲±۰/۰۶^{a}
نرخ رشد ویژه چربی (درصد)	۲/۸۱±۰/۰۹^{b}	۳/۲۴±۰/۰۹^{a}	۲/۸۱±۰/۱۰^{b}	۳/۲۱±۰/۱۰^{a}
نرخ رشد ویژه انرژی (درصد)	۲/۷۸±۰/۱۵^{b}	۳/۲۴±۰/۱۴^{a}	۲/۷۷±۰/۱۶^{b}	۳/۲۰±۰/۱۰^{a}

*اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیرمشابه هستند اختلاف معنی‌داری هستند ($p<۰/۰۵$).

ترکیبات بدنی

تأثیر جیره‌های حاوی سطوح متفاوت پربیوتیک بهسام بر سطوح تقریبی ترکیبات لاشه بچه ماهیان جوان قزل‌آلای نگین کمان در جدول۳ ارائه‌شده است. نتایج آنالیز لاشه حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار در ترکیبات بدن در تیمارهای تحت بررسی بود ($P>۰/۰۵$). بااین‌وجود، بالاترین مقدار سطح ماده خشک لاشه معادل ۳۰±۰/۲۸ درصد، پروتئین خام لاشه معادل ۱۹/۴۸±۰/۸۳ درصد، چربی خام لاشه ۷/۴۴±۰/۱۰ درصد و فیبر خام لاشه معادل ۰/۴۶±۰/۲۹ درصد در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی مشاهده شد. همچنین همبستگی مثبتی نیز بین افزایش سطح پربیوتیک جیره و ترکیبات بدن بچه ماهیان وجود داشت. این ضریب همبستگی

برای ماده خشک ۰/۱۲۹؛ P=۰/۴۶۴، برای پروتئین خام r=۰/۰۶۰؛ P=۰/۵۵۷، برای چربی خام r=۰/۱۰۱؛ P=۰/۴۹۶ و برای فیبر خام r=۰/۴۵۱؛ P=۰/۲۴۱ به دست آمد.

جدول۳: میانگین ترکیبات بدن (درصد) بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان نسبت به اثر سطوح مختلف

ترکیبات لاشه	ترکیب اولیه لاشه	ترکیب نهایی لاشه			
		شاهد	B1	B2	B3
ماده خشک (درصد)	۲۹/۰۱±۰/۱۲	۲۸/۸۹±۰/۱۵[a]	۲۹/۹۰±۰/۸۶[a]	۲۹/۱۱±۰/۰۷[a]	۳۰±۰/۲۸[a]
پروتئین خام (درصد)	۱۸/۷۹±۰/۵۶	۱۸/۵۳±۰/۳۱[a]	۱۸/۹۷±۰/۲۶[a]	۱۸/۷۲±۰/۰۷[a]	۱۹/۴۸±۰/۸۳[a]
چربی خام (درصد)	۷/۲۲±۰/۱۹	۷/۱۷±۰/۰۴[a]	۷/۴۰±۰/۲۱[a]	۷/۲۸±۰/۱۶[a]	۴۴/۷۰±۰/۱۰[a]
فیبر خام (درصد)	۰/۱۱±۰/۱۴	۰/۳۱±۰/۱۶[a]	۰/۴۳±۰/۲۲[a]	۰/۳۸±۰/۱۶[a]	۰/۴۶±۰/۲۹[a]

*اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیرمشابه هستند اختلاف معنی‌داری هستند (p<۰/۰۵).

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم از بهترین عملکرد رشد و تغذیه در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند. افزایش کارایی رشد و تغذیه در تیمارهای ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک در مقایسه با تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک و تیمار شاهد با توجه به بررسی میزان هضم و جذب مواد مغذی در مطالعه حاضر به نظر می‌رسد پربیوتیک مورد استفاده از طریق تغییر اصلاح جمعیت میکروبی و بهبود وضعیت میکروویلی‌های دستگاه گوارش می‌تواند کارایی روده را افزایش داده و درنتیجه سبب بهبود جذب مواد مغذی جیره و ارتقاء پارامترهای رشد و تغذیه گردیده است (Burr *et al*., 2008؛ Dimitroglou *et al*., 2010؛ Gatlin *et al*., 2007؛ RingØ *et al*., 2006). در تائید این نتایج نقش سودمند پربیوتیک‌ها بر پارامترهای رشد و دیگر شاخص‌های مرتبطدر آبزیان طی تحقیقات متعددی به اثبات رسیده است (بیواره و جعفریان، ۱۳۹۷؛ قبادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Djauhari Geraylou et ؛ Kühlwein *et al*., 214؛*et al*., 2017 Xu *et al*., ؛Ebrahimi *et al*., 2012 ؛al., 2013 ؛2009 Atar and Ates, 2009؛ Mazurkiewicz *et* ؛*al*., 2008 Pryor *et al*., 200). همسو با این جواهری بابلی و دائر (۱۳۹۳) نیز با بررسی تأثیر پربیوتیک دیواره سلولی مخمر *S, cerevisiae* در سطوح صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱/۵ و ۲/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی بر پارامترهای رشد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان شاهد بهترین عملکرد رشد و تغذیه در تیمار حاوی ۱/۵ گرم پربیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی بودند. اکرمی و همکاران (۱۳۹۲) نیز با به‌کارگیری سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم پربیوتیک تجاری ایمکس در جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای نگین‌کمان شاهد بهبود معنی‌دار شاخص رشد و تغذیه در تیمارهای حاوی ۱/۵ گرم پربیوتیک در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد بودند. همچنین در این محققین اختلاف معنی‌داری در خصوص فاکتور وضعیت نیز بین تیمارهای تحت تأثیر پربیوتیک در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نکردند که مشابه نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر می‌باشد. Yilmaz و همکاران (۲۰۰۷) نیز با

بررسی تأثیر جیره‌های غذایی مکمل سازی شده توسط پربیوتیک مانان الیگوساکارید در سه سطح ۱/۵، ۳ و ۴/۵ گرم پربیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی گزارش دادندکه بچه ماهیان تغذیه کرده از تیمار حاوی ۱/۵ گرم پربیوتیک از بهترین عملکرد رشد برخوردار بوده است و باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد گردیده است. بر اساس تحقیقات انجام شده و نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر می‌توان چنین استنباط کرد که پربیوتیک-های مورد استفاده غالباً بر عملکردهای رشد و تغذیه در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مؤثر بوده که این موضوع را می‌توان به همخوانی مناسب ترکیب فلور باکتریایی روده و رژیم غذایی با پربیوتیک‌های مورد استفاده در جیره غذایی در این گونه نسبت داد. به دلیل وجود لاکتوباسیلوس‌های گرم مثبت در ساختار این محصول تجاری به‌واسطه تکثیر باکتری‌های پروبیوتیکی در دستگاه گوارش بچه ماهیان احتمالاً به دلیل جایگزین شدن باکتری‌های پروبیوتیکی در دستگاه گوارش این محصول با تغییر فلور میکروبی دستگاه گوارش و غالب ساختن فلور میکروبی مناسب باعث افزایش ساخت و ترشح آنزیم‌های گوارشی ویژه (آمیلاز، پروتئاز و لیپاز) در بدن میزبان شده و از طریق فعالیت آمیلولیتیک، سلولتیک، پروتولیتیک و لیپولیتیک خارج سلولی و تخمیر مواد غذایی کارایی مصرف غذا را افزایش داده و در نهایت باعث افزایش قابلیت هضم چربی‌ها و پروتئین‌های موجود در جیره غذایی و بهبود پارامترهای رشد در موجود میزبان گردد (De Schrijver and Ollevier, 2000). البته ابراز نظر قطعی در این زمینه مستلزم انجام آزمون‌های میکروبی از فلور باکتریایی روده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد. در خصوص تأثیر نه‌چندان مؤثر پربیوتیک بهسام در تیمار حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک در هر کیلوگرم جیره تجاری و تأثیرات منفی ایجادشده در خصوص پارامترهای رشد و تغذیه در این تیمار آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد را احتمالاً می‌توان این‌چنین توجیه کرد که عدم تخمیر و تجزیه پربیوتیک در این تیمار آزمایشی منجر به انباشت کربوهیدرات‌های بکار گرفته‌شده در این محصول تجاری می‌گردد و در نهایت این فرایند باعث تأثیرات نامطلوب بر سلول‌های اَنتروسیت روده شده و کاهش توانایی روده در هضم و جذب مواد مغذی جیره و در نتیجه کاهش رشد در این تیمار آزمایشی می‌گردد (Olsen *et al*., 2001). Olsen و همکاران (۲۰۰۱) در ماهی چارقطبی (*Salvelinus alpinus*) مشاهده کردند که به‌کارگیری اینولین به میزان ۱۵ درصد جیره غذایی به علت عدم تخمیر و تجزیه آن منجر به انباشت این کربوهیدرات و در نتیجه تأثیر نامطلوب و زیان‌بار بر سلول‌های انتروسیت روده شده است.

بررسی ترکیبات شیمیایی لاشه بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان در مطالعه حاضر نیز نشان داد که استفاده از پربیوتیک بهسام در جیره غذایی با وجود بهبود سطح ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و فیبر لاشه در تیمارهای تحت تأثیر پربیوتیک در مقایسه با گروه شاهد هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر سطح این شاخص‌ها نداشته است. در مطالعه حاضر بالاترین درصد پروتئین خام لاشه در تیمار حاوی ۶۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک و کمترین درصد آن در گروه شاهد ثبت گردید. این موضوع را می‌توان چنین توجیه کرد که وجود پربیوتیک در جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلا باعث شده تا در فرایند متابولیسم، پروتئین مسیر اصلی

خود یعنی مسیر سنتز بافت را طی نموده و به شکل پروتئین ذخیره گردد (Mehrabi *et al*., 2012). افزایش مقدار پروتئین لاشه با افزایش سطح پربیوتیک می‌تواند به علت افزایش استفاده از پروتئین و بالا رفتن قابلیت هضم مرتبط باشد. همچنین این واقعیت می‌تواند به علت جایگزین شدن منبع انرژی دیگر نظیر کربوهیدرات و چربی باشد که منجر به افزایش استفاده از پروتئین و افزایش آن در لاشه می‌شود (Muzaffar *et al*., 2012). همچنین افزایش سطح پروتئین لاشه در تیمارهای تحت تأثیر پربیوتیک بخصوص تیمار B3 ممکن است به دلیل بهره‌برداری بیشتر از اسیدآمینه و قابلیت هضم جیره مرتبط باشد (Genc *et al*., 2007). افزایش میزان چربی لاشه با افزایش سطح پربیوتیک احتمالاً می‌تواند به علت تحریک پربیوتیک بر روی ساخت نمک‌های صفراوی در کبد و ترشح آن به کیسه صفرا و ترشح آن به روده باشد (Zhang and Tan, 2003) که باعث افزایش فعالیت لیپازی روده‌ای می‌شود و نهایتاً به بالا رفتن قابلیت هضم و جذب لیپیدها منجر می‌شود (Srinivasan, 2005). برخی از محققین بر این باورند که تغییرات در ترکیبات بیوشیمیایی لاشه ماهیان مانند محتوی پروتئین و چربی را می‌توان به تغییرات در سنتز پروتئین و چربی در بدن، میزان ذخیره‌شان در بافت‌ها و نرخ رشد متفاوت نسبت داد (Abdel-Heidarieh *et al*., 2012؛Tawwab *et al*., 2008). بهبود سطح ماده خشک در ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان قزل‌آلا می‌تواند دلیلی بر تأثیر مثبت پربیوتیک مورد استفاده در جیره بچه ماهیان قزل‌آلا باشد، چراکه برخی از محققان معتقدند ماهیان دارای رشد خوب نسبت به ماهیان دارای رشد ضعیف، مقدار ماده خشک بالاتری را در ترکیب شیمیایی لاشه نشان می‌دهند (Weatherup *et al*., 1997؛ Alvarez *et al*., 1998). در تائید این نتایج Akrami و همکاران (۲۰۱۵) نیز با بررسی تأثیر سطوح صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم در هر کیلوگرم پربیوتیک اینولین در جیره غذایی بچه ماهیان قرمز حوض (*Carassius auratus gibelio*) هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری در میزان پروتئین خام و ماده خشک مشاهده نکردند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت اما میزان چربی خام لاشه در تیمار دریافت‌کننده یک گرم پربیوتیک به شکل معنی‌داری در مقایسه با سایر تیمارها افزایش‌یافته بود که در تضاد با نتایج حاضر بود. همچنین مرشدی و همکاران (۱۳۹۴) نیز با بررسی سطوح مختلف پربیوتیک زایلوالیگوساکارید در جیره غذایی بچه ماهیان صبیتی (*Sparidentex hasta*) با اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی لاشه (پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت) اختلاف معنی‌داری در تیمارهای دریافت‌کننده پربیوتیک و گروه شاهد مشاهده نکردند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت. در حالیکه در مطالعه Salamatdoustnobar و همکاران (۲۰۱۱) بررسی تأثیر استفاده از سطوح ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ گرم پربیوتیک تجاری ایمکس در هر کیلوگرم جیره غذایی بر کیفیت لاشه بچه ماهیان انگشت قد قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان داد که استفاده از ۱ گرم پربیوتیک ایمکس در هر کیلوگرم جیره غذایی باعث افزایش معنی‌دار سطح پروتئین لاشه می‌گردد. درمجموع نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از پربیوتیک بهسام در جیره غذایی بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان در سطوح ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم پربیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی قابلیت تأثیرگذاری مثبت و معنی‌داری بر پارامترهای رشد و تغذیه دارد و می‌تواند

به‌عنوان یک محرک رشد مناسب در جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد توصیه قرار گیرد؛ اما در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم اختلاف معنی‌داری در مقایسه با گروه شاهد نشان نداد. به هر حال به‌منظور حصول اطمینان از اثرات این پربیوتیک بر عملکردهای رشد و کارایی تغذیه پیشنهاد می‌شود دوزهای بالاتر و پایین‌تر از این سطح نیز در ترکیب جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین بر اساس نتایج مطالعه حاضر پربیوتیک بهسام با وجود افزایش درصد ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و فیبر لاشه بچه ماهیان در تیمارهای تحت تأثیر پربیوتیک در مقایسه با گروه شاهد هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر سطح این شاخص‌ها نداشت. لذا به‌منظور حصول اطمینان در خصوص نتایج به‌دست‌آمده پیشنهاد می‌شود آزمایشی در خصوص بررسی تأثیر پربیوتیک بهسام بر پارامترهای خونی از قبیل پروتئین تام، تری‌گلیسرید و سایر پارامترهای خونی و تطابق نتایج به‌دست‌آمده با میزان شاخص‌های کیفیت لاشه در شرایط پرورشی و آزمایشگاهی صورت پذیرد تا بتوان با قطعیت بیشتری در مورد پتانسیل پربیوتیکی بهسام در بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان و سایر آبزیان پرورشی ابراز نظر نمود.

سپاسگزاری

از کلیه همکارانی که در انجام این تحقیق نهایت همکاری را داشته اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. اکرمی، ر.، چیت‌ساز، ح.، رزاقی منصور، م.، قاسم پور علمدار، ا.، ۱۳۹۲. تأثیر پربیوتیک ایمکس (A-Max) بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب بدن قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus Mykiss*). فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری، ۱(۱)، ۲۰-۹.

۲. بیواره م.ر.، جعفریان ح.، ۱۳۹۷. تأثیر دو پربیوتیک تجاری ایمکس، سلماناکس مایع و مخلوط آن‌ها باهم در جیره غذایی بچه ماهیان نورس کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه و میزان مقاومت در برابراسترس‌های محیطی. مجله توسعه آبزی‌پروری، ۱۲ (۴)،۱-۱۶.

۳. پورامینی، م.، حسینی فر، س.ح.، ۱۳۸۶. کاربرد پروبیوتیک‌ها و پربیوتیک‌ها در آبزی‌پروری. تهران، انتشارات موج سبز. ۱۲۰ صفحه.

۴. جواهری بابلی، م.، دائر، ن.، ۱۳۹۳. اثر سطوح مختلف پربیوتیک دیواره سلولی مخمر *Saccharomyces cerevisiae* در رشد، بقا، بازماندگی و شاخص‌های خونی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۷(۴)، ۵۱۱-۲۲.

۵. رضایی، م.، سحری، م.ع.، معینی، س.، صفری، م.، رضاییان، م.، غفاری، ف.، ۱۳۸۱. بررسی برخی خصوصیات کیفی چربی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) در زمان نگهداری به حالت انجماد. مجله علوم دریایی ایران، ۴، ۵۵-۶۴.

۶. سالنامه آماری شیلات ایران ۱۳۹۵-۱۳۹۱. ۱۳۹۵. سازمان شیلات ایران، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه مدیریت. نهران، نشر گیلان. ۶۰ صفحه.

۷. قبادی، ش.، امانی دنجی، ک.، اکرمی، ر.، رازقی منصور، م.، شعاعی، ر.، ۱۳۹۲. تأثیر سطوح متفاوت

پربیوتیک مانان‌الیگوساکارید بر شاخصهای رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و تراکم لاکتوباسیل‌های روده در بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). نشریه توسعه آبزی پروری، ۷ (۲)، ۷۳-۸۵

۸ مرشدی، و.، آق. ن.، مرمضی، ج.، نوری، ف.، محمدیان، ت.، ۱۳۹۴. بررسی فعالیت آنزیم‌های گوارشی، ترکیب بیوشیمیایی لاشه و فلور باکتریایی روده بچه ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) در پاسخ به سطوح مختلف زایلواولیگوساکارید جیره. فصلنامه فیزیولوژی و تکوین جانوری، ۸(۴)، ۴۷-۳۷.

9. Abdel-Tawwab, M., Abdel-Rahman, A.M., Ismael, E., 2008. Evaluation of commercial live bakers' yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for Fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged in situ with *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture, 280, 185-189.
10. Akhter, N., Wu, B., Memon, A.M., Mohsin, M., 2015. Probiotics and prebiotics associated with aquaculture: A review. Fish and Shellfish Immunology, 45, 733-741.
11. Akrami, R., Rahnama B., Chitsaz H., Razeghi Mansour, M., 2015. Effects of dietary inulin on growth performance, survival, body composition, stress resistance and some hematological parameters of Gibel carp juveniles (*Carassius auratus gibelio*). Iranian Journal of Fisheries Sciences, 14(4), 1072- 1082.
12. Alishahi, M., Ranjbar, M.M., Ghorbanpour, M., Peyghan, R., Mesbah, M., Razi Jalali, M., 2010. Effects of dietary Aloe vera on some specific and nonspecific immunity in the common carp (*Cyprinus carpio*). International Journal of Veterinary Research, 4(3), 189-195.
13. Alvarez, M.J. Lopez-Bote, C.J. Daiez, A. Corraze, G. Arzel, L. Kaushik, S.J. Boutista, J.M., 1998. Dietary fish oil and digestible protein modify susceptibility to lipid peroxidation in the muscle of rainbow trout and sea bass. British Journal of Nutrition, 80, 281-289.
14. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of Official analytical Chemists (AOAC). In: W. Horwitz (Ed). Vol.1, 15th ed. Assoc.Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, 1963 P.
15. Atar, H.H., Ates, M., 2009. The effects of commercial diet supplemented with mannanoligosaccharide (MOS) and vitamin B12 on the growth and body composition of the carp (*Cyprinus carpio* L. 1758). Journal of Animal and Veterinary Advances, 8, 2251–2255.
16. Babalola, T.O., Apata, D.F., Omotosho, J.S., Adebayo, M.A. 2011. Differential effects of directory lipids on growth performance, digestibility, and Fatty of African catfish (*Heterobranchus longifilis*) fingerlings. Food and Nutrition Sciences, 2, 11-21.
17. Barrows, T.F., Gaylord, G.T., Stone, A.J.D., Smith, E.C., 2007. Effect of protein source and nutrient density on growth efficiency, histology and plasma amino acid concentration of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss* Walbaum), Aquaculture Research, 38, 1747- 1158.
18. Bondad-Reantaso, M.G., Subasinghe, R.P., Arthur, J.R., Ogawa, K., Chinabut, S., Adlard R., 2005. Disease and health management in Asian aquaculture. Veterinary Parasitology, 132, 249-72.
19. Burr, G., Hume, M., Ricke, S., Nisbet, D., Gatlin, D., 2008. A preliminary in vitro assessment of Gor Biotic -A, brewer's yeast and Fructo-Oligosaccharide as prebiotic for the red drum *Sciaenops ocellatus*. Journal of Environmental Sciences Health, 43(3), 253-260.
20. De Schrijver, R., Ollevier, F., 2000. Protein digestion in juvenile turbot (*Scophtalmus maximus*) and effects of dietary administration of Vibrio proteolyticus. Aquaculture, 186, 107-116.
21. De Silva, S.S., Anderson, T.A., 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. London, Chapman & Hall, 319 P.
22. Denev, S., Staykov, Y., Moutafchieva, R., Beev, G., 2009. Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of probiotics and prebiotics in finfish aquaculture.

International Aquatic Research, 1, 1-29.
23. Dimitroglou, A., Merrifield, D.L., Spring, P., Sweetman, J., Moate, R., Davies, S.J., 2010. Effects of Mannan-OligoSaccharide (MOS) supplementation on growth performance, feed utilization, intestinal histology and gut micro biota of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 300, 182–188.
24. Djauhari, R., Widanarni, S., Suprayudi, M. A., Zairin, M., 2017. Growth performance and health status of common carp (*Cyprinus carpio*) supplemented with prebiotic from sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) extract. Pakistan Journal of Nutrition, 16, 155-163.
25. Douillet, P.A., Langdon, C.J., 1994. Use of a probiotic for the culture of larvae of the pacific Oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). Aquaculture, 119, 25-40.
26. Ebrahimi, G.H., Ouraji, H., Khalesi, M.K., Sudagar, M., Barari, A., Zarei Dangesaraki, M., Jani Khalili, K.H., 2012. Effects of a prebiotic, Immunogen®, on feed utilization, body composition, immunity and resistance to Aeromonas hydrophila infection in the common carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus) fingerlings. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 96, 591–599.
27. Eshaghzadeh, H., Hoseinifar, S.H., Vahabzadeh, H., Ringø, E., 2015. The effects of dietary inulin on growth performances, survival and digestive enzyme activities of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. Aquaculture Nutrition, 21, 242–247.
28. FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 1998. Food and Agriculture Organization. Rome, 112 P.
29. Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G.S., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, D., Wilson, R. Wurtele, E. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. Aquaculture Research, 38, 551–579.
30. Genc, M.A., Aktas, M., Genc, E., Yilmaz, E., 2007. Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus* (de Haan 1844). Aquaculture Nutrition, 13, 156-161.
31. Geraylou, Z., Souffreau, C., Rurangwa, E., Maes, G.E., Spanier, K. I., Courtin, C. M., Delcour, J.A., Buyse, J., Ollevier, F., 2013. Prebiotic effects of arabinoxylan oligosaccharides on juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) with emphasis on the modulation of the gut microbiota using 454 pyrosequencing. FEMS Microbiology Ecology, 86, 357–371.
32. Ghosh, K., Sen, S.K., Ray, A.K., 2003. Supplementation of an isolated fish guts bacterium, *Bacillus circulance*, in formulated diets for rohu, *Labeorohita*, fingerling. The Israel Journal Aquaculture. Bamidegh, 55, 13-21.
33. Gibson, G. R., 2004. Fibre and effects on probiotics (the prebiotic concept). Clinical Nutrition Supplements, 1, 25-31.
34. Grisdale-Helland, B., Helland, S.J., Gatlin, DM., 2008. The effect of dietary supplementation with mannanoligosaccharide, fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 83(1-4), 163-167.
35. Hardy, R.W., Fornshell, G. C. G., Brannon, E. L., 2000. Rainbow trout culture. pp. 716–722. In: Encyclopedia of Aquaculture. (R. R. Stickney, Ed.). New York: John Wiley & Sons.
36. Heidarieh, M., Mirvaghefi, A. R., Akbari, M., Farahmand, H., Sheikhzadeh, N., Shahbazfar, A. A., Behgar, M., 2012. Effect of dietary ergosan on growth performance, digestive enzymes, intestinal histology, hematological parameters and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish Physiology and Biochemistry, 38, 1169–1174.
37. Hevroy, E.M., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M. Hemer, G.I., 2005. Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. Aquaculture Nutrition, 11, 301 313.
38. Hoseinifar, S.H., Soleimani, N., Ringø, E., 2014. Effects of dietary fructo-

carbohydrate contents on the carcass composition of *Cyprinus carpio* communis fingerlings. African Journal of Biotechnology, 11(33), 8353-8360.
46. Olsen, R.E., Myklebust, R., Kryvi, H., Mayhew, T.M., Ringo, E., 2001. Damaging effect of dietary inulin on intestinal enterocytes in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Aquaculture Research, 32, 931-934.
47. Pereira, R., Valente, L.M.P., Sousa-Pinto, I., Rema, P., 2012. Apparent nutrient digestibility of seaweeds by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Algal Research, 1, 77-82.
48. Pieterse, E., Gloy, E. L., Viljoen, J., 2000. The effects of dietary soyabean oil-cake meal on performance and gut histology of piglets. South African Journal of Animal Science, 30(1), 62-66.
49. Pryor, G.S., Royes, J.B., Chapman, F.A., Miles, D., 2003. Mannan Oligosaccharides in Fish Nutrition: Effects of Dietary Supplementation on Growth and Gastrointestinal Villi Structure in Gulf of Mexico Sturgeon. North American Journal of Aquaculture, 65, 106-111.
50. RingØ, E., Sperstad, S., Myklebust, R., Mayhew, T.M., Olsen, R.E., 2006. The effect of dietary inulin on bacteria associated with hindgut of Arctic charr *(Solvelinus a/pinus* L). Aquaculture Research, 37, 891-897.
51. RingØ, E., Olsen, R.E., Gifstad, T.Ø., Dalmo, R.A., Amlund, H., Hemre, G.I., Bake, A.M. 2010. Prebiotics in aquaculture: a review. Aquaculture Nutrition, 16: 117-136.
52. Salamatdoust nobar, R., Ghorbani, A., GhaemMaghami, S.S., Motalebi, V., 2011. Effects of prebiotic on the fingerling rainbow trout performance parameters (*Oncorhynchus mykiss*). World Journal of Fish and Marine Sciences, 3(4), 305- 307.
53. Sipaúba-Tavares, L. H., Bachion, M. A., de Souza Braga, F. M., 2001. Effects of food quality on growth and biochemical composition of a calanoid copepod, Argyrodiaptomus furcatus, and its importance as a natural food source for oligosaccharide supplementation on the growth performance, haemato-immunological parameters, gut microbiota and stress resistance of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. British Journal of Nutrition, 112, 1296–1302.
39. Hoseinifar, S.H., Eshaghzadeh, H., Vahabzadeh, H., Peykaran Mana, N., 2016. Modulation of growth performances, survival, digestive enzyme activities and intestinal microbiota in common carp (*Cyprinus carpio*) larvae using short chain fructooligosaccharide. Aquaculture Research, 47(10), 3246-3253
40. Kose, S. Karacam, H. Kutlu, S. Boran, M., 2001. Investigating the shelflife of the anchovy dish called.Hamsikusu in frozen storage at -18±1? Turkish journal of veterinary and animal sciences, 25, 651-656.
41. Kühlwein, H., Merrifield, D.L., Rawling, M.D., Foey, A.D., Davies, S.J., 2014. Effects of dietary β-(1, 3) (1, 6)-D-glucan supplementation on growth performance, intestinal morphology and haemato-immunological profile of mirror carp (*Cyprinus carpio* L.). Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 98, 279–289.
42. Lim, C., Klesius, P.H., Li, M.H., Robinson, E.H., 2000. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, haematoloy, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. Aquaculture, 185, 313-327.
43. Mazurkiewicz, J., Przybyl, A., Golski, J., 2008. Usability of fermacto prebiotic in feeds for common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry. Nauka Przyr Technology, 2 (3), 15-24.
44. 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, 474-481.
45. Muzaffar, A. Qureshi, T.A. Singh, A.B. 2012. Effect of dietary protein, lipid and

larvae of two tropical fishes. Hydrobiologia, 453(1), 393-401.
54. Sotoudeh, E., Kenari, A. A., & Rezaei, M. H., 2011. Growth response, body composition and fatty acid profile of Caspian brown trout (*Salmo trutta Caspius*) juvenile fed diets containing different levels of soybean phosphatidylcholine. Aquaculture International, 19(4), 611-623.
55. Srinivasan, K., 2005. Spices as influencers of body metabolism: An overview of three decades of research. Food Research International, 38, 77–86.
56. Sun, L., Chen, H., Huang, L., 2007. Growth, faecal production, nitrogenous excretion and energy budget of juvenile yellow grouper (*Epinephelus awoara*) relative to ration level. Aquaculture, 264, 228–235.
57. Tiril S.U. Alagil F. Yagci F.B. Aral O., 2008. Effects of betaine supplementation in plant protein based diets on feed intake and growth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh, 60(1), 57-64.
58. Weatherup, R.N. Mc Cracken, K.J. Foy, R. Rice, D. Mc Kendry, J. Maris, R.J., Hoey, R., 1997. The effects of dietary fat on performance and body composition of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 151, 173-184.
59. Xu, B., Wang, Y., Li, J., Lin, Q., 2009. Effect of prebiotic xylooligosaccharides on growth performances and digestive enzyme activities of allogynogenetic crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). Journal of Fish Physiology and Biochemical, 35, 351–357.
60. Yilmaz, E. Genc, M.A. Genc, E., 2007. Effect of dietary mannan oligosaccharides on growth, body composition, intestine and liver histology of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh, 59, 182-188.
61. Zhang, X. F., Tan, B. K. H., 2000. Effects of an ethanolic extract of Gynura procumbens on serum glucose, cholesterol and triglyceride levels in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. Singapore medical journal, 41(1), 9-13.