



دانشگاه گوارش و پرورش آبزیان

بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد دوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۲
<http://japu.gau.ac.ir>

تأثیر مانان اولیگوساکارید جیره غذایی به‌عنوان پریبیوتیک بر عملکرد رشد بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

حامد مفتاح^۱، *جعفر کریمزاده^۲ و صادق کریمزاده^۳

^۱دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه شیلات موسسه آموزش عالی رودکی تنکابن، آکارشناس شیلات، اداره کل شیلات استان مازندران، آدانشجو دکتری تغذیه دام، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۵

چکیده

هدف اصلی این آزمایش بررسی اثر مانان اولیگوساکارید جیره غذایی به‌عنوان پریبیوتیک بر رشد، ضریب تبدیل غذا و ترکیب لاشه ماهی (رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر) در بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان بود. در این مطالعه چهار سطح پریبیوتیک (صفر (شاهد)، ۰/۱۰، ۰/۱۵ و ۰/۲۰ درصد) به جیره پایه که شامل ۴۰ درصد پروتئین خام، ۱۱ درصد چربی خام و انرژی متابولیسمی برابر ۳۰۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم است، اضافه و سه بار در روز به‌مدت ۸ هفته جهت تغذیه آزمایشی به بچه ماهیان ارایه شد. براساس نتایج وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نسبت بازده پروتئین در ماهیانی که با جیره دارای پریبیوتیک تغذیه شده بودند، در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافت ($P < 0/05$). ولی ترکیب جیره‌های آزمایشی بر ترکیب شیمیایی لاشه ماهی تأثیر معنی‌دار نداشت ($P > 0/05$). همچنین افزایش وزن نسبی کبد و دستگاه گوارش در ماهیانی که به‌ترتیب با جیره‌های دارای پریبیوتیک به‌میزان ۰/۱۵ و ۰/۲۰ درصد تغذیه شدند مشاهده گردید. با توجه به نتایج به‌نظر می‌رسد استفاده از ۰/۱۰ درصد مانان اولیگوساکارید در جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان جهت ارتقاء رشد بتواند مفید واقع گردد.

واژه‌های کلیدی: پریبیوتیک، مانان اولیگوساکارید، قزل‌آلای رنگین‌کمان، عملکرد رشد

*مسئول مکاتبه: karimzadeh_jafar@yahoo.com

مقدمه

هدف نهایی در آبی‌پروری افزایش راندمان تولید در جهت به حداکثر رساندن سوددهی می‌باشد. در این راستا افزایش تراکم تولید یکی از راهکارهای افزایش راندمان تولید می‌باشد ولی این موضوع با کاهش کیفیت آب و ایجاد شرایط استرسی، خطر ابتلا به بیماری‌ها را در آبزیان افزایش می‌دهد. بنابراین با به مخاطره افتادن سیستم ایمنی تحت چنین شرایطی موجودات پرورشی به‌طور معمول مورد هجوم عفونت‌های باکتریایی قرار می‌گیرند. یکی از روش‌های متداول در درمان این عفونت‌ها، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها می‌باشد (بور و همکاران، ۲۰۰۵) اما استفاده از آن‌ها به دلیل افزایش پتانسیل مقاومت باکتری‌ها در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها، از بین بردن فلور میکروبی محیط‌زیست، هزینه بالای این نوع داروها و عوارض جانبی ناشی از مصرف آن بر آبزیان، مورد انتقاد قرار گرفته است. همچنین مشخص شده است که برخی از آنتی‌بیوتیک‌ها با تخریب سیستم ایمنی، موجودات آبی را بیشتر مستعد پذیرش بیماری‌های ویروسی و انگلی می‌نمایند (گاتلین، ۲۰۰۲). از طرفی افزایش نگرانی در خصوص تجمع زیستی آنتی‌بیوتیک‌ها در فراورده‌های غذایی نیز منجر به محدودیت شدید استفاده از این مواد در درمان بیماری‌های باکتریایی در صنایع مختلف جانوری شده است (پاترسون و بورخولدر، ۲۰۰۳). به‌طوری‌که این مسئله کاهش استفاده از آن‌ها را در صنعت آبی‌پروری در آمریکا و اروپا در پی داشته است (بور و همکاران، ۲۰۰۵). این تغییر نگرش در خصوص استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در توسعه راهکارهای مختلف در جهت کنترل بیماری‌ها مفید واقع شده است. بنابراین امروزه غذاهای آماده علاوه بر تأمین مواد مغذی لازم در جهت حمایت از رشد و نمو موجودات آبی می‌توانند به‌عنوان ابزاری در جهت افزایش سلامت و مقاومت نسبت به استرس و عوامل بیماری‌زا مفید واقع شوند (گاتلین، ۲۰۰۲؛ سینک و لاجمن، ۲۰۰۸). به‌طوری‌که در سال‌های گذشته پژوهش‌های فراوانی در توسعه استفاده از مکمل‌های غذایی که در بالا بردن سلامتی موجود نقش دارند، صورت گرفته است. از جمله این مکمل‌ها، پریبیوتیک‌ها می‌باشند که اثرات سودمند آن‌ها در موجودات خشکی‌زی و همچنین در آبزیان به اثبات رسیده است. پریبیوتیک‌ها بنا به تعریف ترکیبات غذایی غیرقابل هضمی می‌باشند که به‌طور انتخابی با تحریک رشد و یا فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌های روده به میزان سود می‌رسانند و به این ترتیب باعث بهبود سلامت و کارایی رشد در میزبان می‌شوند (گیسون و رابرفرید، ۱۹۹۵؛ لی و گاتلین، ۲۰۰۴؛ لی و گاتلین، ۲۰۰۵). مفهوم پریبیوتیک ناشی از مشاهداتی بود که طی آن اینولین و

اولیگوفروکتوز سبب القاء رشد بیفید و باکتری‌ها شدند که برای سلامتی انسان مفید می‌باشند (تیتلبوم و والکر، ۲۰۰۲). مواد دیگر با خاصیت پریبیوتیکی از جمله مانان اولیگوساکارید (وایت و همکاران، ۲۰۰۲) و لاکتوز (اسزیلاکی، ۲۰۰۲) نیز دارای چنین عملکردی در انسان یا جانوران خشکی‌زی می‌باشند. علاقه به استفاده از آن‌ها در آبی‌پروری نیز ناشی از مطالعات متعدد در خصوص اثرات مفید آن در حیوانات خشکی‌زی مانند بهبود رشد، افزایش ایمنی، در اختیار نهادن عناصر مغذی و همچنین افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها بوده است. بنابراین در این مطالعه تأثیر پریبیوتیک مانان اولیگوساکارید بر عملکرد رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار گرفته است. نتیجه این مطالعه می‌تواند به‌طور کاربردی در مزارع پرورشی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جهت ارتقا رشد و سلامتی در ماهیان مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

جیره‌های آزمایشی: به‌منظور ایجاد جیره‌های ایزونیتریک و ایزوکالریک (۳۰۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم)، جیره‌های آزمایشی با استفاده از برنامه آماری لیندو^۱ فرموله شدند (ترکیب شیمیایی غذای مورد استفاده در جدول یک آورده شده است). پریبیوتیک مانان اولیگوساکارید (با نام تجاری Active MOS) از شرکت بیورگین^۲ تهیه و براساس پیشنهاد کارشناسان آن و مطالعات مشابه با سایر پروبیوتیک‌ها (نوتاش و همکاران، ۲۰۰۹) در ۳ سطح مختلف (۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد) به جیره پایه اضافه شده است. اجزا جیره بعد از آسیاب و مخلوط شدن توسط میکسر به‌صورت پلت به قطر ۴ میلی‌متر بسته به اندازه ماهیان تهیه و در طول دوره آزمایشی در اختیار آن‌ها قرار داده شده است (نفیسی بهابادی، ۲۰۰۶).

1- Lindo
2- Bioregin

بهره‌برداری و پرورش آبزیان (۲)، شماره (۳) پاییز ۱۳۹۲

جدول ۱- اجزا، ترکیب و تجزیه تقریبی جیره‌های غذایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)				
جیره‌های آزمایشی				
۴	۳	۲	۱	
نوع ماده اولیه مصرفی (درصد)				
۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	پودر ماهی
۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	کنجاله سویا
۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	پودر گوشت
۲	۲	۲	۲	آرد گندم
۱۵/۸۲	۱۵/۸۲	۱۵/۸۲	۱۵/۸۲	آرد ذرت
۵	۵	۵	۵	روغن ماهی
۲	۲	۲	۲	ملاس چغندر
۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	دی‌ال- متیونین
۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	لیزین
۱	۱	۱	۱	مکمل مواد معدنی و ویتامین
۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	نمک
۰/۲	۰/۱۵	۰/۱	۰ (شاهد)	پریبیوتیک MOS
تجزیه تقریبی جیره‌ها				
۹۳/۸	۹۳/۸	۹۳/۸	۹۳/۸	ماده خشک (درصد از وزن خشک)
۴۳	۴۳	۴۳	۴۳	پروتئین خام (درصد از وزن خشک)
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	چربی خام (درصد از وزن خشک)
۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	خاکستر (درصد از وزن خشک)
۳۶۱۴	۳۶۱۴	۳۶۱۴	۳۶۱۴	انرژی خام (کیلوکالری بر کیلوگرم جیره)

غذادهی: بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن اولیه ۹۹/۵۹ گرم از یک مزرعه خصوصی پرورشی تهیه و به مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر شهید رجایی منتقل گردیدند. ماهیان به‌طور تصادفی داخل ۱۲ حوضچه مربعی شکل با حجم ۱/۵ مترمکعب و با تراکم ۵۰ ماهی در داخل هر حوضچه توزیع شدند. در طول دوره آزمایشی دمای آب ۱۴ تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۷/۵ تا ۷/۸ میلی‌گرم در لیتر، pH آب ۷/۳ تا ۷/۹ و جریان آب ورودی به حوضچه‌ها در حد ۰/۲ لیتر بر ثانیه حفظ گردید. ماهیان به مدت ۱۰ روز جهت عادت‌پذیری توسط جیره پایه تغذیه و سپس جیره‌های آزمایشی به مدت

۸ هفته به هر گروه ماهیان (هر تیمار شامل ۳ حوضچه) داده شد. درصد غذادهی ۳ درصد بود که به‌طور هفتگی با تعیین بیوماس در ۳ نوبت در اختیار ماهیان قرار می‌گرفت (نفیسی بهابادی، ۲۰۰۶). نمونه‌برداری: رشد و راندمان غذایی یک بار در طول هفته بررسی می‌گردید. در هر نمونه‌برداری ۵ ماهی به‌طور تصادفی از هر حوضچه و نیرو انتخاب می‌شدند. وزن ماهی (با دقت ۰/۰۱ گرم) و طول کل (با دقت یک میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. ترکیب شیمیایی لاشه شامل رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر به روش AOAC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شدند. فاکتورهای رشد از جمله نرخ رشد ویژه (SGR) و شاخص وضعیت و نیز پارامترهای تغذیه‌ای از جمله ضریب تبدیل غذایی (FCR)، راندمان پروتئین (PER)، شاخص کبدی و شاخص امعاء و احشا براساس منابع موجود محاسبه شد.

۱. {وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم)} / غذای خشک داده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی {
۲. مقدار پروتئین مصرفی (گرم) / وزن تر تولید شده (گرم) = نسبت بازده پروتئین {
۳. {دوره پرورشی / [(وزن اولیه) Ln - (وزن نهایی) Ln]} = نرخ رشد ویژه {
۴. { $[\text{میانگین طول (سانتی‌متر)} / (\text{وزن نهایی (گرم)})] \times 100 = \text{شاخص وضعیت}$ {
۵. {وزن ماهی (گرم) / وزن کبد (گرم)} $\times 100 = \text{شاخص کبدی (درصد)}$ {
۶. {وزن نهایی ماهی (گرم) / وزن دستگاه گوارش ماهی با محتویات آن (گرم)} $\times 100 = \text{شاخص امعاء و احشا (درصد)}$ {

آنالیز آماری: تفاوت پارامترهای رشد و ترکیب شیمیایی لاشه بین تیمارهای مختلف توسط آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) و سپس تست دانکن در حداقل سطح معنی‌داری ۵ درصد بررسی گردید. کلیه داده‌ها به‌صورت میانگین \pm انحراف معیار آورده شده‌اند.

نتایج

نتیجه حاصل از این پژوهش بیانگر تأثیر مثبت تغذیه توسط جیره‌های دارای پربیوتیک بر عملکرد رشد بچه ماهیان قزل‌آلا بوده است. به‌طوری‌که متوسط وزن نهایی در ماهیانی که با جیره‌های دارای پربیوتیک تغذیه شدند بالاتر از ماهیانی بود که از جیره پایه استفاده کرده‌اند ($P < 0/05$) و حداکثر وزن (حدود ۲۷۰ گرم) در پایان هفته هشتم مربوط به ماهیانی بود که در جیره شان از مانان اولیگوساکارید استفاده شده است.

در رابطه با ضریب تبدیل غذایی (FCR) نتایج نشان می‌دهد که استفاده پربیوتیک در تغذیه ماهیان سبب بهبود این پارامتر خواهد شد ($P < 0/05$). بنابراین همان‌گونه که در جدول یک مشاهده می‌شود بالاترین ضریب تبدیل غذایی معادل ۱/۵ مربوط به تیمار شاهد و پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی معادل ۱/۱۸ مربوط به تیمار ۳ بوده است.

مشابه ضریب تبدیل غذایی سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده از جمله میزان بازدهی پروتئین، نرخ رشد ویژه، شاخص وضعیت و شاخص وزن بدن نیز در ماهیان تغذیه شده با پربیوتیک مانان اولیگوساکارید در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌دار ($P < 0/05$) افزایش یافته است (جدول ۲). همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بین گروه‌هایی که از مقادیر مختلف پربیوتیک در جیره‌شان استفاده شده است، اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید که این مسئله می‌تواند به دلیل نزدیکی مقادیر مختلف پربیوتیک مورد استفاده باشد.

اثر تیمارهای مختلف غذایی بر ترکیب لاشه ماهیان و مقایسه آن با ترکیب اولیه لاشه پس از ۸ هفته در جدول ۳ آمده است. هیچ اختلاف معنی‌داری در مقادیر خاکستر، چربی، پروتئین و انرژی لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در پایان دوره پرورش مشاهده نشد (جدول ۳). افزایش وزن نسبی کبد و دستگاه گوارش در ماهیانی که به ترتیب با جیره‌های حاوی پربیوتیک به میزان ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد تغذیه شدند مشاهده گردید (جدول ۴).

جدول ۲- شاخص‌های رشد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی به مدت ۸ هفته

شاخص رشد	جیره‌های آزمایشی			
	۱	۲	۳	۴
وزن اولیه (گرم)	۱۰۰/۱۹ ± ۸/۰۰	۹۹/۰۴ ± ۴/۰۰	۹۸/۸۸ ± ۱۸/۰۰	۱۰۰/۲۸ ± ۱۰/۰۰
وزن انتهایی (گرم)	۲۲۰/۴۴ ± ۰/۸۳ ^b	۲۶۹/۶۴ ± ۳/۵۷ ^a	۲۷۰/۷۵ ± ۲/۳۲ ^a	۲۶۸/۸۹ ± ۴/۱۶ ^a
شاخص وضعیت (درصد)	۱/۶۴ ± ۰/۰۷ ^b	۱/۷۴ ± ۰/۴۵ ^a	۱/۷۳ ± ۰/۹۶ ^a	۱/۷۴ ± ۰/۵۷ ^a
شاخص وزن بدن (درصد)	۱۷/۳ ± ۰/۹۴ ^b	۲۶/۶۰ ± ۳/۷۸ ^a	۲۵/۳۷ ± ۲/۳۴ ^a	۲۶/۰۳ ± ۳/۱۳ ^a
ضریب تبدیل غذایی ^۱	۱/۵۰ ± ۰/۱۷ ^b	۱/۲۰ ± ۰/۱۱ ^a	۱/۱۸ ± ۰/۰۷ ^a	۱/۲۱ ± ۰/۱۴ ^a
نسبت بازده پروتئین ^۲	۱/۴۱ ± ۰/۳۲ ^b	۱/۸۲ ± ۰/۲۶ ^a	۱/۸۰ ± ۰/۱۵ ^a	۱/۸۰ ± ۰/۲۷ ^a
نرخ رشد ویژه (درصد در روز) ^۳	۱/۲۰ ± ۰/۱۶ ^b	۱/۳۶ ± ۰/۱۳ ^a	۱/۳۵ ± ۰/۰۶ ^a	۱/۳۶ ± ۰/۰۳ ^a

* حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۵ درصد می‌باشد
داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشد

حامد مفتاح و همکاران

جدول ۳- تجزیه تقریبی لاشه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

جیره‌های آزمایشی				
۴	۳	۲	۱	لاشه ابتدایی
پارامتر براساس درصد در یک گرم ماده خشک				
۲۵/۷۷ ± ۱/۲۴ ^a	۲۵/۶۶ ± ۲/۷۷ ^a	۲۵/۶۱ ± ۱/۰۱ ^a	۲۵/۶۴ ± ۰/۳۲ ^a	۲۴/۶۰ ± ۰/۸۹ ^a
۱۴/۹۳ ± ۰/۰۹ ^a	۱۵/۱۶ ± ۰/۹۱ ^a	۱۵/۰۰ ± ۱/۴۶ ^a	۱۴/۸۸ ± ۱/۲۲ ^a	۱۲/۴۳ ± ۰/۱۲ ^a
۷/۰۵ ± ۰/۲۶ ^a	۷/۰۲ ± ۰/۹۶ ^a	۷/۰۸ ± ۰/۲۸ ^a	۶/۹۸ ± ۰/۱۸ ^a	۵/۸۰ ± ۰/۸۵ ^a
۱۸/۸۱ ± ۰/۲۴ ^a	۱۸/۷۶ ± ۰/۰۰ ^a	۱۸/۷۹ ± ۰/۰۰ ^a	۱۸/۷۰ ± ۰/۰۰ ^a	۱۵/۷۵ ± ۰/۱۲ ^a
۳/۱۵ ± ۰/۲۱ ^a	۲/۷۵ ± ۰/۱۳ ^a	۲/۹۸ ± ۰/۱۶ ^a	۳/۰۸ ± ۰/۲۳ ^a	۳/۸۰ ± ۰/۱۷ ^a

حروف مشترک در هر ردیف نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۵ درصد می‌باشد.
داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

جدول ۴- شاخص‌های کبدی، وزن نسبی امعاء و احشا ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی براساس درصد در یک گرم ماده خشک

جیره‌های آزمایشی				متغیر
۴	۳	۲	۱	
۳/۱۵ ± ۰/۲۵ ^a	۲/۷۰ ± ۰/۸۰ ^b	۲/۲۰ ± ۰/۰۱ ^b	۲/۳۰ ± ۰/۳۰ ^b	شاخص کبدی (درصد)
۱۵/۲۰ ± ۰/۳۵ ^a	۱۴/۱۰ ± ۰/۲۰ ^b	۱۳/۰۰ ± ۰/۰۷ ^c	۱۳/۲۰ ± ۰/۰۷ ^c	وزن نسبی امعاء و احشاء (درصد)

حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۵ درصد می‌باشد.
داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

بحث

در این پژوهش با افزودن پرپیوتیک به جیره غذایی، بهبود رشد در بچه ماهیان قزل‌آلا مشاهده گردید که مشابه نتایج گزارش شده در سایر گونه‌ها می‌باشد. در این راستا ماهیان توربوت (*Psetta maxima*) که در جیره‌شان پرپیوتیک اولیگوفروکتوز استفاده شده بود در مقایسه با گروه شاهد دارای وزن نهایی بالاتری بوده‌اند ولی رشد ویژه تحت تأثیر ترکیب جیره نبوده است (ماهیوس و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین در لارو ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) متوسط وزن نهایی و نرخ رشد ویژه در ماهیانی که در جیره‌شان پرپیوتیک فرمکتو اضافه شده بود به‌طور معنی‌داری بالاتر از گروه شاهد بوده است و بهترین نتیجه از کاربرد ۳ گرم مکمل پرپیوتیک در هر کیلوگرم غذا به‌دست آمد (مازورکیویکز و

همکاران، ۲۰۰۸). نتیجه مشابه‌ای نیز در هیبرید باس راه‌راه (*Stripped bass*) گزارش شده است به‌طوری‌که در ماهیانی که در جیره شان پریبیوتیک Grobiotic در سطح ۱ و ۲ درصد استفاده شده بود، افزایش وزن بالاتری در مقایسه با گروه شاهد نشان دادند (لی و گاتلین، ۲۰۰۴). برخلاف این نتایج در آزاده‌های اطلس با افزودن پریبیوتیک مانان اولیگوساکارید، فروکتو اولیگوساکارید و گالاکتو اولیگوساکارید به جیره غذایی، تأثیری در بهبود رشد حاصل نشد (کرسیدال و همکاران، ۲۰۰۸). اما در این مطالعه مشابه مطالعات انجام شده با توربوت، لارو کپور و هیبرید باس راه‌راه افزایش وزن نهایی و رشد ویژه در بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره‌های دارای پریبیوتیک مشاهده شد که این افزایش وزن به افزایش تنوع فلور میکروبی روده و رشد باکتری‌های خاص مثل باسیلوس نسبت داده می‌شود (ماهوس و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین مطالعه فلور میکروبی روده و تغییر احتمالی آن پس از تغذیه با جیره‌های دارای پریبیوتیک به جهت آشنایی بیشتر با مکانیسم افزایش رشد برای مطالعه بعدی پیشنهاد می‌شود.

ضریب تبدیل غذایی در ماهیان تغذیه شده با غذای دارای پریبیوتیک مانان اولیگوساکارید به‌طور معنی‌دار پایین‌تر (بهتر) از گروه شاهد بوده است. نتیجه مشابه در لارو کپور معمولی گزارش گردید، به‌طوری‌که در ماهیانی که با جیره محتوی پریبیوتیک فرمکتو تغذیه شده بودند ضریب تبدیل غذایی به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از گروه شاهد بوده است (مازورکیوکز و همکاران، ۲۰۰۸). بچه ماهیان سفید نیز با تغذیه از غذاهای دارای همین نوع پریبیوتیک ضریب تبدیل غذایی پایین‌تری را نشان دادند (کریم‌زاده و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین راندمان غذایی بالاتر در هیبرید باس راه‌راه که با جیره‌های دارای پریبیوتیک تغذیه شدند نیز گزارش شده است (لی و گاتلین، ۲۰۰۴). براساس گزارشات انجام شده این مواد افزودنی از طریق تغییر در میکروفلورای روده، افزایش رشد باکتری‌های مفید، تولید اسیدلاکتیک و هضم و جذب مواد مغذی باعث بهبود در ضریب تبدیل غذایی می‌شوند (مازورکیوکز و همکاران، ۲۰۰۸).

در ماهی کپور معمولی بیشترین میزان بازده پروتئین در ماهیان تغذیه شده با پریبیوتیک فرمکتو (به میزان ۳ گرم در هر کیلوگرم غذا) به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بالاتر از مقدار آن در گروه شاهد بود. در این مطالعه نیز بیشترین میزان ضریب تبدیل پروتئین در ماهیان تغذیه شده با پریبیوتیک مانان اولیگوساکارید مشاهده شد.

براساس نتایج ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان تحت تأثیر ترکیب جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. مشابه نتایج ما در میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) نیز با افزودن پریبیوتیک اینولین به

جیره‌های غذایی، تغییری در ترکیب شیمیایی لاشه در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نشد (اوجی فرد و همکاران، ۲۰۰۸).

در این پژوهش افزایش وزن نسبی کبد در ماهیانی که توسط جیره دارای ۰/۲ درصد پرپیوتیک تغذیه شده بودند، مشاهده شده است که مشابه نتایج به‌دست آمده در آزاد ماهی اطلس می‌باشد (رفستای و همکاران، ۲۰۰۶). به‌طوری‌که در مطالعه ذکر شده میزان جذب آمینو اسیدها در آزاد ماهیان تغذیه شده با جیره دارای پرپیوتیک اینولین و پودر سویا به همراه آنتی‌بیوتیک‌ها و یا بدون آنتی‌بیوتیک مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید که وزن نسبی کبد به‌عنوان یکی از شاخص‌های مورد بررسی در ماهیانی که از جیره دارای اینولین تغذیه شده‌اند افزایش یافته است، ولی در شرایطی که ماهی‌ها از جیره‌های دارای کنجاله سویا تغذیه کرده بودند، کمتر بوده است. دلیل این کاهش وزن کبد در تغذیه با کنجاله سویا به‌خوبی مشخص نیست اما در کل کنجاله سویا در جیره غذایی می‌تواند سبب تغییرات بافتی در کبد و تجمع چربی در آن گردد (استازیسکا و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین در مطالعه‌ای دیگر که توسط مهاجر استر آبادی و همکارانش با استفاده از پرپیوتیک ایمنوژن در تغذیه فیل ماهی صورت گرفت، نتایج مشابه در خصوص این شاخص به‌دست آمد ولی تفاوت حاصل از مصرف پرپیوتیک از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

در خصوص وزن نسبی امعاء و احشاء که با افزایش پرپیوتیک جیره به‌میزان ۰/۱۵ و ۰/۲۰ درصد، افزایش یافت باید اشاره کرد که برخلاف نتایج ما، در آزاد ماهیان اطلس وزن نسبی معده تحت تأثیر ترکیب جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت (رفستای و همکاران، ۲۰۰۶). اما وزن نسبی لوله گوارش در ماهیان تغذیه شده با جیره دارای پرپیوتیک بالاتر از جیره کنترل و جیره دارای کنجاله سویا بود. همچنین وزن نسبی قسمت انتهایی روده در ماهیانی که در جیره شان کنجاله سویا استفاده شده بود، پایین‌تر از گروه کنترل و جیره غذایی دارای پرپیوتیک اینولین بود که به تغییرات پاتومورفولوژیکی در این قسمت روده تحت اثر کنجاله سویا نسبت داده شد (نوردروم و همکاران، ۲۰۰۰). اما در رابطه با لوله گوارش باید گفت براساس گزارشات موجود نوکلئوتیدها با خاصیت پرپیوتیکی (اووی، ۱۹۹۴) سبب تسریع رشد لایه مخاطی روده در آزاد ماهی اطلس می‌شوند (بارلس و همکاران، ۲۰۰۱). بنابراین پرپیوتیک اینولین نیز ممکن است با مکانیسم مشابه سبب القاء رشد روده‌ای شده باشد (رفستای و همکاران، ۲۰۰۶). البته افزایش وزن کل قسمت‌های روده تحت اثر اینولین جیره غذایی و افزایش وزن قسمت میانی روده تحت اثر کنجاله سویای موجود در غذا، به مقدار زیاد مواد هضم نشده در این‌گونه

جیره‌ها نسبت داده شد که در چهارپایان نیز هنگامی که از جیره‌های دارای فیبر بالا و انرژی کم جهت افزایش خاصیت پرکنندگی و حرکات پرستالتیک روده استفاده می‌شود به اثبات رسیده است (کانگ و همکاران، ۱۹۸۵). در پایان با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه و تأثیر مثبت پربیوتیک بر رشد، استفاده از ۰/۱۰ درصد مانان اولیگوساکارید به جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان جهت ارتقاء رشد می‌تواند مفید واقع گردد. همچنین پیشنهاد می‌گردد جهت روشن شدن شیوه عمل این پربیوتیک، مطالعاتی درخصوص اثر آن بر فلور میکروبی روده و نیز چگونگی عملکرد آن در شرایط استرسی بررسی گردد.

منابع

1. AOAC. 2000. Official methods of analysis. 17th edition. Association of Analytical Chemists. Washington, DC. Pp: 5-100.
2. Burr, G.S., Gatlin, D.M., and Ricke, S. 2005. Microbial ecology of the gastrointestinal tract and the potential application of probiotics and prebiotics in finfish aquaculture. J. the World Aquaculture Society. 36: 425-436.
3. Burrells, C., Williams, P.D., Southgate, P.J., and Wadsworth, S.L. 2001. Dietary nucleotides: a novel supplement in fish feeds 2. Effects on vaccination, salt water transfer, growth rates and physiology of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture. 199: 171-184.
4. Gatlin, D.M., Li, P., Wang, X., Burr, G.S., Castille, F. and Lawrence, A.L. 2006. Potential application of prebiotics in aquaculture, 8th International simposium on aquaculture nutrition. Pp: 371-376.
5. Gatlin, D.M. 2002. Nutrition and fish health. In: Fish Nutrition. (Eds). J.E. halver and Hardy, R.W. Academic Press, San diego, CA. Pp: 671-702.
6. Grisdale-Helland, B., Helland, S.J. and Gatlin Iii, D.M. 2008. The effects of dietary supplementation with Mannan oligosaccharides, fructuo oligosaccharides or galacto oligosaccharides on the growth and feed utilization of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture. 283: 163-167.
7. Gibson, G.R., and Roberfroid, M.B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotic. J. Nutrition. 125: 1401-1412.
8. Karimzadeh, Gh., Esmailimolla, A., Karimzadeh, S., Mousavikashani, S.M. and Taheri, A. 2008. Effect of antibiotic supplementation on growth performance of *Rutilus frisii kutum*. Modern aquaculture and sustainable development. 30 Bahman-1 Esfand. Babol, 185p.
9. Koong, L.J., Ferrell, C.L., and Nienaber, J.A. 1985. Assessment of interrelationships among levels of intake and production, organ size and fasting heat production in growing animals. J. Nutrition. 115: 1383-1390.

10. Li, P., and Gatlin, D.M. 2005. Evaluation of the prebiotic Grobiotic™ AE and brewer's yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum*. *Aquaculture*, 248: 197-205.
11. Li, P., and Gatlin, D.M. 2004. Dietary brewer's yeast and the prebiotic Grobiotic™ AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) to streptococcus iniae infection. *Aquaculture*. 231: 445-456.
12. Mahious, A.S., Gatesoupe, F.J., Hervi, M., Mettaller, R., and Ollevier, F. 2006. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture International*. 14: 219-229.
13. Mazurkiewicz, J., Przybyl, A., and Golski, J. 2008. Usability of fermentable prebiotic in feeds for common carp (*Cyprinus carpio*) fry, *Nauka Przyroda technologie*. http://www.npt.up-poznan.net/tom2/zeszyt3/art_15.pdf.
14. Nafisi-Bahabadi, M. 2006. An applied guide for propagation and cultivation Rainbow Trout. Hormozgan Univ. Press, 245p.
15. Notash, S., Naeemi Kararoodi, M., Shahabzadeh, S.H. and Fadaeifard, F. 2009. Study on the effect of different amount of probiotic protexin on weight gain, survival rate and FCR of rainbow trout. *J. modern veterinary researchs*. 2: 33-40.
16. Nordrum, S., Bakke-McKellep, A.M., Krogdahl, A. and Buddington, R.K. 2000. Effects of soybean meal and salinity on intestinal transport of nutrients in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology*. 125B: 317-335.
17. Ostaszewska, T., Dabrowski, K., Palacios, M.E., Olejniczak, M. and Wieczorek, M. 2005. Growth and morphological changes in the digestive tract of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and pacu (*Piaractus mesopotamicus*) due to casein replacement with soybean proteins. *Aquaculture*. 245: 273-286.
18. Ojifard, A., Abediankenari, A., Hosseini, A., Ashouri, E., and Tamimi, A. 2008. Effect of different dietary prebiotic inulin on Changes in carcass quality shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Modern aquaculture and sustainable development*. 30 Bahman-1 Esfand. Babol, 188p.
19. Patterson, J.A. and Bourkholder, K.M. 2003. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poultry Science*. 82: 627-631.
20. Randall, D.J. and Perry, S.F. 1992. Catecholamine. In: Hoar, W.S., Randall, D.J., Farrell, T.P. (eds) *Fish Physiology*, Vol. XII, Academic Press, New York.
21. Refstie, S., Bakke-McKellep, A.M., Penn, M.H., Sundby, A., Shearer, K.D., and Krogdahl, A. 2006. Capacity for digestive hydrolysis and amino acid absorption in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with soybean meal or insulin with or without addition of antibiotics. *Aquaculture*. 261: 392-406.
22. Sink, T.D., and Lochmann, R.T. 2008. Preliminary observations of mortality reduction in stressed, *Flavobacterium columnare*-challenged Golden shiners

- after treatment with a dairy-yeast prebiotic. *North American J. Aquaculture*. 70: 192-194.
23. Szilagyi, A. 2002. Lactose- a potential prebiotic, *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 16: 1591-1602.
24. Solati, N.H., and Falahatkar, B. 2007. Stress responses in sub-yearling great sturgeon to the air exposure. *Caspian J. Environment Science*. 5: 99-103.
25. Teitelbaum, J.E., and Walker, W.A. 2002. Nutritional impact of pre- and probiotics as protective gastrointestinal organisms. *Annual Reviewss in Nutrition*. 22: 107-138.
26. Uauy, 1994. Nonimmune system responses to dietary nucleotides. *J. Nutrition*. 124: 157S-159S.
27. White, L.A., Newman, M.C., Cromwell, G.L., and Lindemann, M.D. 2002. Brewers dried yeast as a source of mannan oligosaccharides for weanling pigs. *J. Animal Science* 80: 2619-2628.
28. Wang, H.L., Zhang, J.S., and Yu, H.Q. 2007. Elemental selenium at nano size possesses lower toxicity without compromising the fundamental effect on selenoenzymes: comparison with selenome-thionine in mice. *Free Radical Biology and Medicine*. 42: 1524-1533.