

اثر پریبیوتیک فروکتوالیگوساکارید جیره بر رشد و تراکم لاکتوباسیلوس روود در بچه ماهی ازونبرون (*Acipenserstellatus*)

یوسف ابری^{۱*}، حسینعلی خوشباور رستمی^۲ و رضا اکرمی^۳

۱- کارشناس ارشد شیلات، مرکز تحقیقات ذخایر آب‌های داخلی، ایستگاه تحقیقاتی قره سو، بندر ترکمن

۲- استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات ذخایر آب‌های داخلی، گرگان

۳- استادیار گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، آزادشهر

دریافت: ۱۳۹۱/۰۵/۲۱ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۸/۲۹

Email: Yousef_er47@yahoo.com * نویسنده مسئول مقاله: صندوق پستی: ۱۳۹

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی اثر پریبیوتیک فروکتوالیگوساکارید بر رشد و تراکم باکتری‌های لاکتوباسیلوس در روود بچه‌ماهی ازونبرون (*Acipenserstellatus*) بود. برای این منظور تعداد ۹۰ قطعه بچه‌ماهی ازونبرون (در هر تکرار ۱۰ قطعه) با میانگین وزن 0.14 ± 0.16 گرم از مؤسسه بین‌المللی تحقیقات ماهیان خاویاری تهییه و با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در ۳ تیمار و ۳ تکرار در حوضچه‌های فایرگلاس ذخیره‌سازی شدند. بچه‌ماهیان به مدت ۱۱ هفتگه با جیره‌های حاوی سطوح ۰ و ۱ درصد فروکتوالیگوساکارید (۹۵ p) (شرکت سیگما) تغذیه شدند. نتایج در این تحقیق نشان داد سطح ۱ درصد فروکتوالیگوساکارید بر عوامل افزایش وزن، میزان رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، کارایی غذا، نسبت کارایی پروتئین و شاخص کبدی تأثیر معناداری داشته است ($P < 0.05$). تعداد کلی باکتری‌های لاکتوباسیلوس در سطح ۱ درصد افزایش معناداری در مقایسه با شاهد داشت ($P < 0.05$). در جمع‌بندی نهایی، پریبیوتیک فروکتوالیگوساکارید قابلیت تأثیرگذاری به نسبت خوبی بر افزایش عملکرد رشد و کارایی تغذیه در بچه ماهی ازونبرون دارد و سطح ۱ درصد فروکتوالیگوساکارید در جیره می‌تواند آثار مثبتی بر معیارهای رشد و تراکم باکتری‌های لاکتوباسیلوس در رووده داشته باشد.

کلید واژگان: پریبیوتیک فروکتوالیگوساکارید، رشد، لاکتوباسیلوس، ازونبرون.

مقدمه

شده است که از جمله این ترکیبات می‌توان به پری‌بیوتیک اشاره کرد. مطالعات انجام شده درباره آثار پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید (FOS) در لارو ماهی کفشک (*Psetta Litopenaus*) (Mahious et al., 2005) (maxima), میگو (Li et al., 2008; Zhou et al., 2009) (vannamei) آزاد ماهی آتلانتیک (Grisdale-Helland (*Salmo salar*) (*Clarias*) et al., 2008) گربه ماهی آفریقایی (Mahious et al., 2005) (*gripinus*) (Mahious et al., 1998) (*Acipenser baeri*) تیلاپیا (Zhou et al., 2007) (*Hybrid tilapia*) و فیل ماهی (Hosseinfar, 2009) (*Huso huso*) نشان داده است که فروکتوالیگوساکارید (FOS) تأثیر مفیدی بر میزان دارد و باعث افزایش رشد، توازن میکروفلور روده و افزایش ایمنی می‌شود. بنابراین با هدف بالابردن ایمنی و کارایی غذا و افزایش بازماندگی ماهی، تحقیق مذکور با به کارگیری پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید در جیره با سطوح متفاوت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به مدت ۱۱ هفته در اوایل بهار سال ۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات شیلاتی قره‌سو وابسته به مؤسسه تحقیقات شیلات ایران در مجاورت ساحل دریای خزر در ناحیه جنوب شرق خلیج گرگان در فاصله ۵ کیلومتری شهرستان بندر ترکمن (استان گلستان) انجام شد. پس از دو هفته سازگاری بچه‌ماهیان با غذای دستی مورد استفاده (کنستانته با اندازه ۱/۹ میلی‌متر) با محتویات غذایی شامل پودر ماهی، دانه‌های روغنی، نخود فرنگی، روغن ماهی، گلوتون ذرت، روغن گیاهی، ویتامین‌ها، مواد معدنی و آنالیز تقریبی جیره پروتئین ۴۸ درصد و چربی ۲۲ درصد خاکستر ۸/۲ درصد، انرژی ناخالص (mj/Kg) ۲۲ و انرژی

ماهی ازونبرون (*Acipenser Stellatus*) یکی از با ارزش‌ترین ماهیان خاویاری دریایی خزر است که به دلیل زودرس بودن بلوغ جنسی، از لحاظ استحصال خاویار ارزشمند است و می‌تواند به عنوان یکی از آبریان پرورشی سودآور از اهمیت بالایی برخوردار باشد. پس از مشخص شدن رابطه بین سلامتی و توازن باکتریایی روده، ایده‌ای با عنوان پری‌بیوتیک مطرح شد که هدف از آن تغییر بالانس باکتریایی روده به سمت باکتری‌های بالقوه مفید بود (kolida et al., 2002). به دنبال شناسایی باکتری‌های اسید لاكتیک در فلور باکتریایی روده ماهی و میگو در دهه اخیر و مشخص شدن نقش آن‌ها در سلامتی و رشد میزان، اهمیت آن‌ها بیش از پیش مشخص شد و ایده‌ای به نام پری‌بیوتیک شکل گرفت (Mahious et al., 2005; Gibson., 1998; Gibson et al., 2006). استفاده از پری‌بیوتیک‌ها به دلیل تخمیر گزینشی به وسیله باکتری‌های مفید روده‌ای، سبب افزایش تعداد و غالیت آنها می‌شود (Roberfroid, 2007). در میان الیگوساکاریدهای غیرقابل هضم، اینولین و فروکتوالیگوساکارید پری‌بیوتیک‌های شناخته شده‌ای هستند که آثار مفید آن‌ها به اثبات رسیده است. این مواد به صورت گزینشی به وسیله باکتری‌های مفید روده‌ای از جمله بیفیدوباکتری‌ها و لاکتوباسیلوس تخمیر شده، سبب تحریک رشد این باکتری‌های مفید در روده می‌شوند (Gibson, 1998). پری‌بیوتیک‌ها عناصر غذایی غیرقابل هضمی‌اند که از طریق تحریک رشد یا فعال کردن یک یا تعداد محدودی از گونه‌های باکتریایی که در روده وجود دارند، آثار سودمندی بر میزان دارند و سلامتی آن را بهبود می‌بخشند (Gibson et al., 2006). در سال‌های اخیر تحقیقات فراوانی روی ترکیبات و مکمل‌های غذایی که در بالابردن سلامت موجود و کارایی تغذیه نقش دارند، انجام

(Akrami, 2008; Hosseinifae, 2009). بچه ماهیان روزانه ۳ بار و براساس ۴٪ وزن بدن تغذیه می شدند.

بررسی شاخص‌های رشد

زیست‌سنجدی بچه ماهیان طی دوره بررسی که به مدت ۷۶ روز بود به صورت هر ۱۵ روز یکبار انجام گرفت. برای اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم و برای اندازه‌گیری طول با تخته زیست‌سنجدی با دقت ۱ میلی‌متر استفاده شد. ارزیابی روند رشد و شاخص‌های رشد (افزایش وزن، میزان رشد ویژه، عامل وضعیت و غیره) براساس منابع موجود با استفاده از معادلات ریاضی محاسبه شدند (Akrami, 2008; Bekcan et al., 2006).

قابل هضم (mj/Kg) ۱۸/۳ بود. تعداد ۹۰ قطعه بچه ماهی ازون‌برون با میانگین وزن $۰/۱۴ \pm ۰/۱۶$ گرم از مؤسسه بین‌المللی ماهیان خاویاری تهیه شد و در ۹ حوضچه (۲۰۰۰ لیتری) که با ۱۰۰۰ لیتر آب پر شده بود، با تراکم ۱۰ قطعه در هر حوضچه ذخیره‌سازی شدند. برای تأمین نیاز اکسیژنی علاوه بر جریانداربودن آب از سیستم هوادهی نیز استفاده گردید. این تحقیق با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در ۳ تیمار و ۳ تکرار طراحی شد. پری بیوتیک مورد استفاده در این آزمایش فروکتوالیگو ساکارید (رافتیلوز p۹۵ شرکت سیگما) می‌باشد که جزء فروکتان‌های خطی ($\rightarrow 1\text{-}\beta$) است و در قوطی ۵۰ گرمی بسته‌بندی شده است.

بررسی تراکم لاکتو باسیلوس روده

به منظور ارزیابی قابلیت تشکیل کلنی و تثبیت لاکتو باسیلوسها در روده ازون‌برون تغذیه شده با سطوح مختلف پری بیوتیک فروکتوالیگو ساکارید در ابتدا و انتهای دوره آزمایش، به طور تصادفی نمونه‌برداری انجام شد. برای این کار ابتدا ۴۸ ساعت قبل از نمونه‌برداری تغذیه ماهیان قطع شد و در ادامه از هر تکرار ۱ عدد ماهی انتخاب و به صورت زنده به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس نسبت به تهیه محلول با روش‌های سریالی در دامنه $۱\text{--}۱۰^{-۶}$ تا $۱\text{--}۱۰^{-۱}$ اقدام شد (Akrami, 2008; Hosseini far, 2009; Makridis et al., 2001) ادامه به وسیله نمونه‌بردار در شرایط استریل، حجمی معادل ۰/۱ میلی‌متر برداشته شد و به پلیت حاوی محیط‌کشت (DeMan, Rogosa and Sharpe) MRS و PCA و (Mahious et al., 2005; Rengpipat et al., 1998) و در سطح آن پخش گردید. پس از انجام کشت باکتریایی، پلیت‌های مذکور به مدت ۵ شبانه‌روز در دمای ۳۷°C در داخل انکوباتور Binder قرار داده شد و در پایان، شمارش

نحوه افزودن پری بیوتیک به جیره مصرفی

غذای ماهی در این تحقیق از کستانتره بیومار شرکت سبلان متناسب با اندازه دهان بچه‌ماهی به اندازه $۱/۹$ میلی‌متر تهیه شد. به منظور تهیه جیره‌های آزمایشی سطوح صفر (شاهد)، ۱ و ۲ درصد پری بیوتیک فروکتوالیگو ساکارید در نظر گرفته شد. پس از آرد کردن غذا به ازای هر کیلوگرم غذای مذکور، مقادیر مورد نظر فروکتوالیگو ساکارید به آن اضافه گردید. سپس جیره تهیه شده به طور کامل با استفاده از دستگاه همزن برقی به مدت ۱۵ دقیقه با پری بیوتیک مخلوط شد. در ادامه به مخلوط حاصل آب اضافه شد تا به حالت خمیری درآید (Akrami, 2008). پس از آن خمیر حاصل با استفاده از چرخ گوشت به رشته‌هایی به قطر ۲ میلی‌متر تبدیل شد. رشته‌های خمیری در معرض جریان هوای اتاق قرار داده شد تا خشک شود. پس از خشک شدن پلت‌ها شکسته شدند تا به اندازه مناسب درآیند. پس از آن غذا به صورت پلت در ظروف پلاستیکی بسته‌بندی و در یخچال در دمای ۴°C نگهداری شد

نسبت به شاهد دارای اختلاف معناداری بودند ($P < 0.05$). همچنین بررسی روند تغییرات وزنی با استفاده از زیست‌سنجهای منظم نشان داد که همواره ماهیان تغذیه شده با فروکتوالیگوساکارید ۱ درصد وضعیت بهتری از لحاظ شخص‌های رشد داشتند. طول بدن بچه‌ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف فروکتوالیگوساکارید (۱ و ۲ درصد) نسبت به شاهد اختلاف معناداری داشت ($P < 0.05$), اما بین تیمار ۱ درصد و تیمار ۲ درصد اختلاف معناداری مشاهده نگردید. میزان رشد ویژه در تیمارهای ۱ و ۲ درصد نسبت به شاهد افزایش معناداری نشان داد ($P < 0.05$). کمترین مقدار میزان رشد ویژه مربوط به شاهد معادل ۰/۵۶ بود و بیشترین مقدار در تیمار ۱ درصد معادل ۱/۲۸ مشاهده گردید. سطوح مختلف پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید، میانگین رشد روزانه وزن بچه‌ماهیان ازونبرون را در تیمارهای آزمایشی نسبت به شاهد افزایش داد. به طوری که در تیمار ۱ و ۲ درصد فروکتوالیگوساکارید افزایش معناداری نسبت به شاهد نشان داد ($P < 0.05$). بچه‌ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید نسبت به گروه شاهد از سرعت رشد وزنی بیشتری برخوردار بودند. این افزایش سرعت رشد در تیمارهای ۱ و ۲ درصد نسبت به شاهد از اختلاف معنادار برخوردار بود ($P < 0.05$). اما در سرعت رشد طولی هیچگونه اختلاف معناداری در بین تیمارها و شاهد مشاهده نگردید ($P > 0.05$). تولید خالص ماهی در تیمارهای ۱ و ۲ درصد نسبت به شاهد دارای اختلاف معنادار بود ($P < 0.05$) و بیشترین مقدار این شاخص در تیمار ۱ درصد فروکتوالیگوساکارید مشاهده گردید. همچنین عامل وضعیت یا ضریب چاقی در بین تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معناداری نشان نداد ($P > 0.05$).

کلنجهای تشکیل شده براساس لگاریتم واحد کلنجی (عکس ضریب رقت \times تعداد کلنجی حاصله $= CFU$) محاسبه گردید (Peter et al., 1986).

با توجه به اهمیت عوامل آب بر سلامتی بچه‌ماهیان علاوه بر نظافت محل نگهداری برای کنترل کمی و کیفی آب، اندازه‌گیری دما با استفاده از دما‌سنج جیوه‌ای، اکسیژن محلول با استفاده اکسی‌متر (WTW) مدل ۳۲۰ set-B/1-EC و هدایت الکتریکی آب با استفاده از سنج pH مدل ۳۲۲۳ wtw مدل Cond ۳۳۰ i/set wtw به صورت روزانه انجام و ثبت شد. میانگین مقدار اکسیژن (mg/l) (mg/l) ۶/۶۶ pH ۸/۰۵ دمای ۴/۹۸ (ms/cm) EC ۲۸/۸۶°C آب ۲۲/۴۱°C دمای هوا به دست آمد. برای مقایسه بین تیمارها در سطح احتمال ($P < 0.05$) از آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA و آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید. تمام آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS (ویرایش پانزدهم) و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار ۲۰۰۷ Excel در محیط ویندوز انجام شد.

نتایج

عوامل رشد

آثار سطوح مختلف فروکتوالیگوساکارید بر عوامل رشد بچه‌ماهی ازونبرون در جدول (۱) ارائه شده است. نتایج این مطالعه نشان داد افزودن سطوح مختلف پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید به جیره بچه‌ماهیان ازونبرون اثر معناداری بر برخی عوامل رشد دارد ($P < 0.05$). از لحاظ وزنی بچه‌ماهیان تغذیه شده با سطوح ۱ درصد نسبت به تیمار ۲ درصد و شاهد اختلاف معنادار داشت. هرچند بچه‌ماهیان تغذیه شده با سطوح ۲ درصد فروکتوالیگوساکارید نسبت به ۱ درصد در انتهای دوره وزن کمتری داشتند، اما

جدول ۱ مقایسه برخی شاخص‌های رشد به دست آمده در بچه‌ماهیان ازونبرون تغذیه شده با سطوح مختلف پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید طی مدت ۷۶ روز

شاخص	تیمار	شاهد	%۱	%۲
میانگین وزن ابتدای دوره (گرم)			فروکتوالیگوساکارید	فروکتوالیگوساکارید
میانگین طول ابتدای دوره (سانتیمتر)		۳۰/۱۸ ± ۰/۳۳	۳۰/۰۱ ± ۰/۳۴	۳۰/۲۹ ± ۰/۳۷
میانگین وزن انتهای دوره (گرم)		۲۳/۴۷ ± ۱/۱	۲۳/۰۸ ± ۰/۴۵	۲۳/۷۲ ± ۰/۷۵
میانگین طول انتهای دوره (سانتیمتر)		۴۹/۲۸ ± ۳/۲۳ ^a	۷۸/۳۹ ± ۶/۴ ^c	۶۵/۴۲ ± ۳/۶۲ ^b
افزایش وزن بدن (گرم)		۲۹/۸۹ ± ۰/۰۹ ^a	۳۳/۹۵ ± ۱/۱۹ ^b	۳۲/۹۹ ± ۰/۰۵ ^b
درصد افزایش وزن بدن (درصد)		۶۳/۳۷ ± ۱۲/۴۴ ^a	۱۶۱/۱۳ ± ۲۰/۱۷ ^c	۳۵/۱۳ ± ۳/۶۶ ^b
میزان رشد ویژه (درصد)		۰/۰۶ ± ۰/۰۹ ^a	۱/۲۸ ± ۰/۰۸ ^c	۰/۹۷ ± ۰/۱۳ ^b
میانگین رشد روزانه (گرم ماهی در روز)		۰/۸۴ ± ۰/۱۶ ^a	۲/۱۲ ± ۰/۲۷ ^c	۱/۴۲ ± ۰/۲۹ ^b
سرعت رشد طولی (درصد)		۰/۳۲ ± ۰/۰۶	۰/۳۷ ± ۰/۲۲	۰/۴۳ ± ۰/۰۴
سرعت رشد وزنی (درصد)		۰/۶۳ ± ۰/۰۹ ^a	۱/۱۷ ± ۰/۰۸ ^c	۰/۹۶ ± ۰/۰۷ ^b
عامل وصعیت		۰/۱۹ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۲ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۱۸ ± ۰/۰۱ ^a
تولید خالص ماهی (گرم)		۱۸۳/۳ ± ۲۲/۷ ^a	۴۵۲/۹۳ ± ۷۸/۵ ^b	۲۹۲/۵۶ ± ۵۷ ^a

اعداد در هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنادارند ($P < 0.05$).

(Body Weight Increase) (BWI) - افزایش وزن بدن: $BWI = Wt - Wi$

(Percent Body Weight Increase) (PBWI) - درصد افزایش وزن بدن: $PBWI (\%) = (Wt - Wi / Wi) \times 100$

(Specific Growth Rate) (SGR) - ضریب (سرعت) رشد ویژه: $SGR = (InWt - LnWi / T) \times 100$

(Average daily growth) = میانگین رشد روزانه $= [Wt - Wi / Wi \times T] \times 100$

(Velocity of growth of body length) = سرعت رشد طولی $= [2(L_2 - L_1) / n(L_2 + L_1)] \times 100$

(Velocity of growth of body weight) = سرعت رشد وزنی $= [2(Wt - Wi) / n(Wt + Wi)] \times 100$

(Body weight gain) = تولید خالص ماهی $= (Wt - Wi) \times N$

(Condition Factor) (K) - ضریب چاقی $K = Wt / L^3$

اختلاف معناداری نسبت به شاهد نشان داد ($P < 0.05$). همچنین نسبت کارایی پروتئین در تیمار ۱ درصد نسبت به شاهد دارای اختلاف معنادار بود ($P < 0.05$). کمترین مقدار معادل $4/3 \pm 34/72$ در گروه شاهد و بیشترین مقدار معادل $14/87 \pm 85/78$ در تیمار ۱ درصد فروکتوالیگوساکارید مشاهده شد. شاخص کبدی که از نسبت وزن کبد به وزن بدن ماهی به دست می‌آید در بین تیمارها نسبت به شاهد اختلاف معناداری را نشان داد ($P < 0.05$). بیشترین مقدار مربوط به گروه شاهد معادل $2/29 \pm 0.01$ و کمترین مقدار این شاخص در تیمار ۲ درصد فروکتوالیگوساکارید جیره معادل $0/46 \pm 2/05$ مشاهده شد.

معیارهای تغذیه‌ای

نتایج آثار سطوح مختلف پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید بر معیارهای تغذیه‌ای بچه‌ماهیان ازونبرون در جدول (۲) ارائه شده است. ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای درنظر گرفته شده در مقایسه با شاهد اختلاف معناداری نشان داد $2/48 \pm 0.05$ ($P < 0.05$). کمترین مقدار این شاخص معادل $4/8 \pm 0.06$ در گروه شاهد به دست آمد. غذای خورده شده روزانه (درصد در روز) یکی از شاخص‌های کمی تبدیل غذا می‌باشد که نسبت به زمان در نظر گرفته می‌شود و در بین تیمارهای مورد آزمایش نسبت به شاهد اختلاف معناداری نشان نداد ($P < 0.05$). در بررسی کارایی غذا در بین تیمارهای مورد آزمایش تیمار ۱ درصد فروکتوالیگوساکارید

جدول ۲ مقایسه برخی شاخص‌های تغذیه‌ای به دست آمده در بچه‌ماهیان ازونبرون تغذیه شده با سطوح مختلف

پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید طی مدت ۷۶ روز

شاخص	تیمار	شاهد	فروکتوالیگوساکارید	٪۲
ضریب تبدیل غذایی		$6/06 \pm 0.074^b$	$2/48 \pm 0.048^a$	$3/87 \pm 0.084^a$
کارایی غذا (درصد)		$16/66 \pm 2/06^a$	$41/18 \pm 7/14^b$	$26/6 \pm 5/18^a$
غذای خورده شده روزانه (درصد در روز)		$3/77 \pm 0/11$	$2/9 \pm 0/3$	$3/22 \pm 1/17$
نسبت کارایی پروتئین (گرم/گرم)		$3/62 \pm 0.067^a$	$9/16 \pm 1/2^c$	$6/65 \pm 0.069^b$
شاخص کبدی		$2/29 \pm 0.01^a$	$2/17 \pm 0/12^{ab}$	$2/05 \pm 0/46^b$

اعداد در هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنادارند ($P < 0.05$).

$$FCR = C / Wt-Wi \quad \text{-(Feed Conversion Ratio) (FCR)}$$

PER = Protein Efficiency Ratio (PER) - نسبت کارایی پروتئین: $\text{PER} = \frac{\text{گرم اضافه وزن}}{\text{گرم پروتئین مصرف شده}}$

(درصد پروتئین × غذای مصرفی = پروتئین مصرفی)

[زمان / 10 (میانگین وزن اولیه به گرم × میانگین وزن نهایی به گرم)/(کل غذای خورده شده به ازای یک ماهی $\times 100$)]= غذای خورده شده روزانه

$$\text{Hepatosomatic Index (\%)} = \frac{\text{liver wet weight}}{\text{body wet weight}} \times 100$$

اختلاف معناداری بین تیمارهای مورد آزمایش در مقایسه با شاهد مشاهده گردید ($P<0.05$) (جدول ۳).

تعداد لاکتوپاسیلوس‌های روده

بررسی تعداد لاکتوپاسیلوس‌ها در ابتدای دوره آزمایش معادل ($\log \text{CFU}/\text{gr}$) $1/59 \pm 2/89$ بود. در پایان دوره تعداد باکتری‌های جنس لاکتوپاسیلوس در بچه‌ماهیان تغذیه شده با ۱ درصد فروکتوالیگوساکارید از $1/59 \pm 2/89$ به $6/22 \pm 1/25$ رسید که بیشترین میزان در مقایسه با تیمار ۲ درصد و شاهد بود و اختلاف معناداری را نسبت به شاهد و تیمار ۲ درصد نشان داد ($P<0.05$). با این حال تفاوت معناداری بین تیمار ۲ درصد نسبت به شاهد مشاهده نشد ($P>0.05$).

در معادلات بالا:

W_t : وزن اولیه ماهی (گرم)، C_t : مقدار غذای خورده شده (گرم)، L_t : طول اولیه ماهی (سانتیمتر)، L_f : طول نهایی ماهی (سانتیمتر)، N : تعداد ماهی.

تعداد کل باکتری‌های روده

در ابتدای دوره آزمایش تعداد کل باکتری‌های روده بر حسب لگاریتم تعداد کلی در گرم وزن روده $2/08 \pm 4/89$ تعیین گردید. بچه‌ماهیان تغذیه شده با ۱ درصد فروکتوالیگوساکارید بیشترین میزان افزایش تعداد کل باکتری‌های روده را نسبت به تیمار ۲ درصد فروکتوالیگوساکارید و شاهد نشان دادند. به طوری که

جدول ۳ مقایسه میکروفلور باکتریابی روده بچه‌ماهیان ازون‌برون تغذیه شده با سطوح مختلف فروکتوالیگوساکارید

فروکتوالیگوساکارید٪	فروکتوالیگوساکارید٪	شاهد		
$4/89 \pm 2/08$	$4/89 \pm 2/08$	$4/89 \pm 2/08$	$\log \text{CFU}$ کل باکتری روده	ابتدای دوره
$2/89 \pm 1/59$	$2/89 \pm 1/59$	$2/89 \pm 1/59$	$\log \text{CFU}$ لاکتوپاسیلوس‌های روده	
$6/76 \pm 0/26^b$	$7/71 \pm 0/23^c$	$5/51 \pm 0/02^a$	$\log \text{CFU}$ کل باکتری روده	انتهای دوره
$4/31 \pm 0/05^a$	$6/22 \pm 1/25^b$	$3/31 \pm 0/35^a$	$\log \text{CFU}$ لاکتوپاسیلوس‌های روده	

اعداد در هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنادارند ($P<0.05$).

فروکتوالیگوساکارید میانگین وزن نهایی بیشتری نسبت به سایر گروهها نشان دادند (Mahious et al., 2005). همچنین براساس گزارشی پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید و اینولین آثار مثبت معناداری بر عملکرد رشد و مصرف جیره تاسماهی سیبری (*Acipenser baeri*) و گربه ماهی (Afriقيا) (*Clarias gariepinus*) دارد (Mahious et al., 2005; Mahious et al., 1998).

بحث

نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر نشان می‌دهد که سطح ۱ درصد فروکتوالیگوساکارید منجر به افزایش معنادار وزن نسبت به شاهد و تیمار ۲ درصد شد. برخی محققان به تأثیر مثبت پری‌بیوتیک‌ها بر عملکرد رشد ارائه پی برده‌اند. طی مطالعه‌ای که روی لارو ماهی کفشک انجام دادند، ماهیان تغذیه شده با سطح ۲ درصد

همچنین براساس گزارش تحقیقی (Hosseinifar, 2009)، استفاده از سطوح مختلف فروکتوالیگوساکارید در جیره بچه فیل‌ماهی در مدت زمان استفاده شده سبب تغییر توازن باکتریایی میکروفلور روده به سمت باکتری‌های بالقوه مفید روده (لاکتوباسیلوس‌ها) شده است. یکی از دلایل این افزایش تعداد لاکتوباسیلوس‌ها پس از استفاده از پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید، تأمین مواد غذایی مورد نیاز این باکتری‌های مفید روده‌ای می‌باشد. لاکتوباسیلوس‌ها قادر نیستند آنزیم‌های تجزیه کننده خارج سلولی را تولید کنند. بنابراین آن‌ها برای رشد به میکروارگانیزم‌های دیگری وابسته می‌باشند تا بر مولکول‌های پیچیده عمل کرده و مواد غذایی خاصی را برای آنها فراهم کنند (Ringo et al., 1998). در مطالعه حاضر تعداد کل باکتری‌های میکروفلور روده پس از تغذیه با سطوح مختلف فروکتوالیگوساکارید اختلاف معناداری در بین تیمارها نسبت به شاهد نشان داد. به نظر می‌رسد افزودن فروکتوالیگوساکارید به جیره غذایی بجهة ماهیان (به عنوان پری‌بیوتیک) جمعیت فلور باکتریایی را افزایش می‌دهد و این کار با مکانیسم‌های مختلف از جمله متعادل کردن فلور دائم دستگاه گوارش، تقویت تولید متابولیت‌های مختلف که خود باعث تقویت فلور می‌شوند (نظیر ویتامین‌ها) و کمک به جذب بهتر مواد غذایی دریافتی انجام می‌گیرد.

تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر رسول قربانی به خاطر رهنمودهای سازنده خود در آنالیز آماری داده‌ها، همچنین از همکاری کارشناسان آزمایشگاه بیماریهای آبریان پژوهشکده اکولوژی دریایی خزر و آزمایشگاه پاتوبیولوژی دکتر فدایی رشت، دکتر بهروز قره‌وی و عبدالوهاب کر و همه عزیزانی که در انجام این تحقیق همکاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

(Raftilose (Raftilin ST)، فروکتوالیگوساکارید P95) و لاکتسوکروز را به عنوان پری‌بیوتیک بر رشد لارو ماهی کشفک (Psetta maxima) در سطح ۲ درصد مطالعه نمودند، نتیجه‌گیری کردند میانگین وزن نهایی و ضریب رشد ویژه در گروه تغذیه شده با فروکتوالیگوساکارید نسبت به سایر گروه‌ها بالاتر بود (Mahious et al., 2005). آثار مثبت پری‌بیوتیک بر برخی عوامل رشد در سخت‌پوستان نیز بررسی شد. با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید بر برخی عوامل رشد آثار مثبتی داشته است که نتایج مطالعه حاضر با نتایج سایر محققان مطابقت دارد. در این مطالعه نتایج به دست آمده از کشت میکروبی روده نشان می‌دهد که در ابتدای دوره در بین تیمارها و شاهد تفاوت معناداری وجود ندارد. در حالی که در انتهای دوره تعداد باکتری‌های جنس لاکتوباسیلوس‌ها در کشت میکروبی روده بچه ماهیان ازون‌برون تغذیه شده با جیره حاوی ۱ درصد فروکتوالیگوساکارید به طور معناداری بیشتر از تیمار شاهد و تیمار ۲ درصد فروکتوالیگوساکارید بود. طی تحقیقی که روی لاروهای ماهی کشفک Psetta با پری‌بیوتیک اینولین (Raftilin ST) و maxima با فروکتوالیگوساکارید P95 (Raftilose) انجام شد، دریافتند که به کارگیری ۲ درصد اینولین در جیره به طور معناداری میکروفلور لوله گوارش ماهی کشفک را تغییر داده و گونه‌های Bacillus sp تا ۱۴ درصد فلور روده را در ماهیان تغذیه شده با فروکتوالیگوساکارید تشکیل داده بود (Mahious et al., 2005). در حالی که در سایر تیمارها گونه‌های Vibrio مشاهده شد که جنس لاکتوباسیلوس توانسته است از فروکتوالیگوساکارید به عنوان تنها منبع کردن استفاده کند و در نتیجه آثار مثبتی بر سلامت و عوامل رشد لارو ماهی کشفک داشته است.

منابع

9. Li, P., Burr, G. S., Gatlin, D. M., Hume, M. E., Patnaik, S., Castille, F., Lawrence, A. L. 2008. Dietary Supplementation of Short-Chain Fructooligosaccharides Influences Gastrointestinal Microbiota Composition and Immunity Characteristics of Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Cultured in a Recirculating System, *Journal of Nutrition*, 137: 2763-2768.
10. Mahious, A. S. and Ollevier F. 2005. Probiotics and prebiotics in aquaculture: a review; *The 1st Regional Workshop on techniques for Enrichment of Live Food for Use in Larviculture*, 7-11 March, Urima, Iran. 17-26.
11. Mahious, A. S., Gatesoupe, F. J., Hervi, M., Metailler, R., Ollevier, F. 2005. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot, *Psetta maxima* (Linnaeus, C. 1758), *Aquaculture International*, 14 (3): 219-229.
12. Mahious, A. S., Van Loo, J., Ollevier, F. 2006. Impact of the Prebiotics, Inulin and Oligofructose on Microbial Fermentation in the Spiral Valve of Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*), *World Aquaculture Society*, Florence, Italy, May 3-9, 2006a, 564-565.
13. Makridis, P., Bergh, Q., Skjermo, J., Vadstein, O. 2001. Addition of bacteria bioencapsulated in Artemia metanauplii to a rearing system for halibut larvae, *Aquaculture International*, 9: 225-235.
14. Peter, H. and Sneath, A. 1986. Bergeys manual of systematic Bacteriology, Vol 2: 1104-1154.
15. Ringo, E. and Gatesoupe F. J 1998. Lactic acid bacteria in fish: a review, *Aquaculture*, 160: 177-203.
16. Rengpipat, S., Phianphak W., Piyatiratitivorakul S., Menasveta P., 1998. Effects of a probiotic bacterium on survival and growth of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*), *Journal of Aquaculture*, 167: 301-313.
17. Ringo, E. and Gatesoupe, F. J 1998. Lactic acid bacteria in fish: a review, *Aquaculture*, 160: 177-203.
1. Akrami, R. 2008. Effect of dietary inulin prebiotic of growth, survival and intestinal bacterial density of juvenile great sturgeon (*Huso huso*), Thesis for Ph. D. of Tehran Research Branch, Islamic Azad University, p. 100.
2. Bekcan, S., Dogakaya, L., Cakirogullari, G. C. 2006. Growth and body composition of European catfish (*Silurus glanis*) fed diet containing different percentages of protein, *The Israeli Journal of Aqauculture-Bamidgeh*, 58 (2):137-142.
3. Gibson, G. R. and Roberfroid, M. B. 1995. Dietary modulation of the colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics, *Journal of Nutrition*, 125: 1401-1412.
4. Gibson, G. R. 1998. Dietary modulation of the Human Gut Microflora Using the prebiotics olifructose and Inulin, *Nutritional and Health Benefits of Inulin and Oligofructose conference*, May 18-19, Bethesda.
5. Grisdale-Helland, B., Helland, S. J., Gatlin, D. M. 2008. The effects of dietary supplementation with mannan oligo saccharide, fructo oligo saccharide or galacto oligo saccharide on the growth and feed utilization of Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Aquaculture*, 283: 163-167.
6. HosseiniFar, S. H. and Mahious, A. S. 2007. Probiotics, Prebiotics and synbiotics in Aquaculture: A review; *Proceeding of International Training Course on fish Nutrition and disease*, 5 september, Ghaemshhr, iran, p. 23.
7. HosseiniFar S. H 2009. The effects of oligofructos on growth performance, survival and autochthonous intestinal microbiota of bluga (*Huso huso*) juveniles, M.Sc. Thesis, Tehran University, p.125.
8. Kolida, S., Tuohy, K., Gibson, G. R. 2002. Prebiotic effects of inulin and oligofructose; *British Journal of Nutrition*, 87, Suppl. 2, 193-197.

- of the World Aquaculture Society, 40: 450-459.
20. Zhou, Z., Ding, Z., Huiyuan, L. V. 2007. Effects of dietary short chain fructooligosaccharides on intestinal microflora, survival, and growth performance of juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, *Journal of the World Aquaculture Society*, 38: 296-301.
18. Roberfroid, M. B. 2007. Prebiotics: the concept revisited, *Journal of Nutrition*, 137: 830S-837S.
19. Zhou, Z., He, S., Liu, Y., Shi, P., Huang, G., Yao B. 2009. The effects of dietary yeast culture or short-chain fructo-ligosaccharides on the intestinal autochthonous bacterial communities in juvenile hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* & *O. aureus*, *Journal*

Effect of dietary Fructooligosaccharide as a prebiotic on the growth and density of Lactobacillus in intestine of stellate (*Acipenser stellatus*) fingerling

Yousef Iri^{1*}; Hosseinali Khoshbavar Rostami²; Reza Akrami³

1- M.Sc of Fisheries, Inland waters Aquatics Stocks Research Center, Gharasou Station, Bandar-Torkaman, Iran

2- Ph.D. of Fisheries Science, waters Aquatics Stocks Research Center, Gorgan, Iran

3- Ph.D. of Fisheries Science, Azadshahr branch of Islamic Azad University, Azadshahr, Iran

*Corresponding author, P. O. Box: 139 e-mail: Yousef_er47@yahoo.com

Abstract: In this study, the effect of fructooligosaccharide as a prebiotic on the growth and density of lactobacillus in intestine of stellate (*Acipenser stellatus*) has been investigated. To do this, 90 individuals of stellate fingerlings (ten in each replications) were prepared with an average weight of 30.16 ± 0.14 gr from International Sturgeon Research Institute. This study was carried out in a completely randomized design with three replications in fiberglass tanks with 2000 liters volume. They were fed with feed containing 0, 1 and 2 percents of fructooligosaccharide (Raftilos P95, Sigma Company). Results indicated that feed with one percent fructooligosaccharide had a significant effect ($P < 0.05$) on weight gain, SGR, FCR, FE, PER and HI. The number of colonies regarding to lactobacillus showed a significant increase compared to the control (in one percent fructooligosaccharide). Results indicated that fructooligosaccharide as a prebiotic (in level of one percent in feed) caused good growth capabilities and feed efficiency through increasing the density of lactobacillus in intestine.

Keywords: Prebiotic, Fructooligosaccharide, Growth, Lactobacillus, Stellate (*Acipenser stellatus*)