

Effect of dietary levels of Inulin prebiotic on the growth performance, survival and body composition in grass carp (*Ctenopharingodon idella*) fry

Tahereh Shafighi¹, Masoumeh Bahre Kazemi^{2*}

1. M. A. of Aquaculture, Department of Fisheries, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.

2. Assistant Professor of Aquaculture, Department of Fisheries, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.

(Received: Dec. 1, 2017 - Accepted: Nov. 17, 2018)

تأثیر سطوح متفاوت پری بیوتیک اینولین جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه بچه ماهی‌های آمور (*Ctenopharingodon idella*)

طاہرہ شفیقی^۱، معصومہ بحر کاظمی^{۲*}

۱. کارشناس ارشد گروه شیلات، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران.

۲. استادیار گروه شیلات، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران.
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۱۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۸/۲۶)

Abstract

Grass carp is considered as one of the major species in carp polyculture, because of its high growth rate, low food expectation and resistance to diseases and the idea of using inulin in its diet can improve the culture of the species. So, in this study the effect of different levels of inulin prebiotic on the growth, survival and body composition in grass carp fry was studied. 180 fry (4.51±0.10 g) were fed with 1, 2 and 3 grams of prebiotic inulin per kg of diet, which were mixed evenly with food, over a period of 60 days. The control treatment did not receive any prebiotic. The results showed that, the highest percent of body weight gained, specific growth rate and condition factor were obtained in 3 g of inulin per kg diet, which were significantly different from other treatments (P<0.05). A significant positive effect observed in feed conversion ratio (FCR) and protein efficiency ratio (PER) by adding 3 g inulin to diet. It decreased the amount of FCR and increased the amount of PER significantly. Also, there was no dead fish between treatments all over the period and the survival rate was 100 percent. Addition of inulin to the diet, changed some nutritional composition of the fish. There was no significant difference in the case of carcass protein between treatments. A significant difference was observed in carcass fat between groups 2 and 3 and other treatments. Also, a significant difference was measured about ash between prebiotic treatments and the control group. The lowest amount of carcass ash was observed in the control group. So, although the addition of inulin did not have much effect on improving the nutritional composition of fries, but could significantly improve growth and nutrition indices and adding 3 g of inulin per kg of diet can be recommended for increase the growth of grass carp fries.

Keywords: Grass carp, Inulin, growth and nutritional indices, percent of protein

چکیده

ماهی کپور علفخوار به علت سرعت رشد زیاد، توقع غذایی کم و مقاومت زیاد از گونه‌های اصلی کپور ماهیان در پرورش چندگونه‌ای محسوب می‌شود و ایده استفاده از پری بیوتیک اینولین در جیره غذایی آن می‌تواند موجب بهبود عملیات پرورش این گونه شود. لذا در این تحقیق تأثیر سطوح مختلف پری بیوتیک اینولین بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه در بچه ماهی‌های آمور بررسی شد. تعداد ۱۸۰ عدد بچه ماهی (۴/۵۱±۰/۱۰) به مدت ۶۰ روز با پری بیوتیک اینولین به مقدار ۱، ۲ و ۳ گرم هر کیلوگرم جیره که به‌طور همگن با جیره مخلوط شد، تغذیه شدند و گروه شاهد هیچ پری بیوتیکی را دریافت نکرد. نتایج نشان داد که بیشترین درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و فاکتور وضعیت در تیمار ۳ گرم اینولین در هر کیلوگرم جیره حاصل شد که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). افزودن ۳ گرم اینولین تأثیر مثبتی بر میزان ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارایی پروتئین داشت، به طوری که باعث کاهش معنی‌دار میزان ضریب تبدیل غذایی و افزایش معنی‌دار نسبت کارایی پروتئین شد. همچنین در کل دوره پرورش تلفاتی در بین تیمارهای تحت بررسی مشاهده نشد و نرخ بقای ماهیان ۱۰۰ درصد بود. افزودن اینولین به جیره باعث تغییر برخی ترکیبات مغذی بچه‌ماهیان شد. بین تیمارها اختلاف معنی‌داری از لحاظ میزان پروتئین لاشه مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در میزان چربی لاشه تفاوت معنی‌داری بین گروه ۲ و ۳ نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد. همچنین، بین تیمارهای پری بیوتیکی و گروه شاهد تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان خاکستر وجود داشت و حداقل میزان خاکستر لاشه در گروه شاهد مشاهده شد. بنابراین اگرچه افزودن اینولین تأثیر چندانی در بهبود ترکیبات مغذی بچه ماهیان نداشت اما توانست شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای را به‌طور معنی‌دار بهبود دهد و افزودن ۳ گرم اینولین در کیلوگرم جیره جهت افزایش رشد بچه‌ماهیان آمور توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کپور علفخوار، اینولین، شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای، درصد پروتئین.

مقدمه

ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*)، از ماهیان پرورشی تجاری مهم خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) محسوب می‌شود (Vosoughi & Mostagir, 2002). در سیستم سنتی پرورش امور از گیاهان برای تغذیه استفاده می‌شود که به دلیل بالا بودن ضریب تبدیل غذایی آن (حدود ۳۰)، چند سالی است اقدام به فرموله کردن و تهیه جیره تجاری مناسب با هدف افزایش راندمان پرورش، کاهش ضریب تبدیل غذایی و بهبود کیفیت آب شده است (Du et al., 2005; Safari & Boldaji, 2007). از آن جا که حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد هزینه پرورش به تغذیه اختصاص دارد، بنابراین چالش عمده در آبی پروری تجاری چنین گونه‌هایی در سنین پایین، بهبود جیره‌های غذایی فرموله شده برای بهینه‌سازی رشد و ارتقاء سلامت می‌باشد. یکی از راه‌های مقابله با چنین چالشی استفاده از مکمل‌های غذایی مانند پروبیوتیک‌ها، پری بیوتیک‌ها و سین بیوتیک‌ها است که علاوه بر افزایش رشد، اثرات سودمندی بر ایمنی میزبان دارد (Hoseinifar et al., 2011).

پری بیوتیک‌ها مواد غذایی غیرقابل هضمی هستند که از طریق تحریک رشد و فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌های موجود در روده اثرات سودمندی برای میزبان داشته و می‌توانند سلامتی میزبان را بهبود بخشند (Hanley et al., 1995). عناصر غذایی که به‌عنوان پری بیوتیک طبقه‌بندی می‌شوند باید دارای ویژگی‌هایی باشند، از جمله آن که نباید در بخش‌های فوقانی دستگاه گوارش هضم و جذب شوند، سبب تحریک میکروفلور روده در جهت تولید ترکیبات سالم شوند و توسط یک یا تعدادی از باکتری‌های مفید روده به‌صورت گزینشی تخمیر شوند (Fooks & Gibson, 2002). اینولین یک کربوهیدرات گیاهی غیر قندی همو پلی ساکاریدی است که دارای فیبر محلول بوده و از گیاهان مختلفی (نظیر سیر، پیاز، سیب زمینی، تره فرنگی، گندم، موز،

گل کوب و کاسنی) با درجه پلیمریزاسیون متفاوت به دست می‌آید (Roberfroid et al., 1998). اگرچه اینولین یک فیبر طبیعی در جیره غذایی ماهیان نیست ولی به‌واسطه خواص پری بیوتیکی آن در تحریک باکتری‌های مفید روده (نظیر لاکتوباسیل‌ها و بیفیدوباکترها) و توقف رشد باکتری‌های مضر، استفاده از آن در آبی‌پروری ایده جالب‌توجهی می‌باشد (Ringo et al., 2010). جیره حاوی اینولین تأثیرات ناگهانی و مضر حاصل از رژیم‌های غذایی واجد نشاسته در کلون روده را محدود می‌کنند (Respondek et al., 2006). همچنین در جذب مواد معدنی از روده و افزایش جذب کلسیم، منیزیم، روی و آهن در ماهیان نقش دارند (Delzenne & Roberfroid, 1994).

در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی در ارتباط با استفاده از اینولین، در تغذیه ماهیان انجام شده است. تأثیر افزودن اینولین به جیره غذایی بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (Akrami et al., 2011)، کلمه (*Rutilus rutilus*) (Khosravi, 2011)، ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisi*) (2011)، فیل ماهی (*Huso kutum*) (Mira et al., 2011)، و سیم دریایی (*huso huso*) (Akrami et al., 2009a) و سیم دریایی (*Sparus auratus*) (Cerezuela et al., 2008) مورد بررسی قرار گرفته است که به‌جز دو گونه آخر دارای اثرات مثبت بر میزان رشد و افزایش بازماندگی و میزان ایمنی در ماهیان بوده است.

با توجه به اثبات اثرات مثبت پری بیوتیک اینولین به‌ویژه در کپور ماهیان، تحقیق حاضر با هدف بررسی افزودن اینولین در جیره غذایی کپور علفخوار بر میزان تأثیرپذیری پارامترهای کمی رشد با تأکید بر افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی جهت دستیابی به میزان بالاتری از بیوماس صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار ۱۳۹۴، به‌مدت ۶۰ روز در مرکز

مخازن از کف سیفون می‌شد و آب جدید به مخازن اضافه می‌شد. در پایان دوره ۶۰ روزه آزمایش، پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان قطع تغذیه، تمامی ماهیان صید و توزین شدند. سپس ۲۴ قطعه بچه‌ماهی (۶ عدد به ازای هر تیمار) به طور تصادفی نمونه‌گیری و پس از جدا نمودن سر، باله و پوست، سه بار چرخ شد. پس از ایجاد مخلوط همگن چرخ شده، هر نمونه به صورت جداگانه بسته‌بندی و در فریزر (با دمای -20°C) درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱۰ روز منجمد شد. در نهایت این مخلوط جهت تجزیه شیمیایی لاشه به آزمایشگاه ارسال شد. میزان پروتئین خام (بر اساس روش کج‌لدال)، چربی خام (با استفاده از سوکسله)، و خاکستر (از طریق سوزاندن نمونه‌ها در کوره الکتریکی با دمای 550°C درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت) از طریق روش استاندارد AOAC (1990)، اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. ترکیب شیمیایی و آنالیز تقریبی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده برای بچه ماهیان آمور

میزان (درصد)	اجزای تشکیل‌دهنده
۵	پودر ماهی کیلکا (پروتئین ۵۷/۳۵ درصد)
۵	گلوتن ذرت
۱۴	آرد گندم
۳	روغن ماهی کیلکا
۱/۵	روغن گیاهی
۴۶	آرد سویا
۳	سیتین سویا
۰/۲۱	کولین کلراید
۰/۱۹	متیونین
۰/۲۵	مکمل معدنی*
۰/۵	مکمل ویتامینی*
۰/۱	ضد قارچ
۰/۱۳	ویتامین C پایدار
۰/۲	همبند (ملاس)
میزان (درصد)	نوع ترکیب
۳۶/۳۳	پروتئین خام
۵	چربی خام
۱۱/۹۵	رطوبت
۹/۱۵	خاکستر

* مکمل معدنی مورد استفاده شامل منیزیم، آهن، روی، مس، ید، سلنیوم و کولین کلراید، و مکمل ویتامینی شامل ویتامین‌های A، E، D3، B1، B2، B3، B5، B6، B12 و K می‌باشد (NRC, 1993).

تحقیقات ماهیان زینتی جهاد دانشگاهی واحد مازندران واقع در منطقه چیکرود جویبار انجام گرفت. بچه‌ماهیان آمور با میانگین وزن $4/51 \pm 0/10$ گرم از مزرعه پرورش ماهیان گرم آبی به محل آزمایش منتقل گردیدند. پس از سازگاری اولیه ماهیان با شرایط دمایی کارگاه و عادت‌دهی آن‌ها با جیره مورد استفاده در آزمایش به مدت یک هفته، تعداد ۱۵ عدد بچه ماهی پس از زیست‌سنجی و اندازه‌گیری طول و وزن، به طور کاملاً تصادفی در ۱۲ مخزن که قبلاً در ۴ ردیف ۳ تایی چیده و به شکل تصادفی شماره‌گذاری شده بود، قرار داده شدند. ساخت جیره مطابق با مقدار نیاز پروتئینی این گونه (بین ۳۵ تا ۴۰ درصد) (Safari & Boldaji, 2007; Du et al., 2005) و سایر احتیاجات غذایی آن (Du et al., 2005; NRC, 1993) و با استفاده از ترکیبات اولیه که در جدول ۱ آمده است، به صورت دستی و با استفاده از چرخ گوشت انجام گرفت. جهت تهیه جیره‌های آزمایشی به غذای مذکور به ترتیب مقادیر ۱، ۲ و ۳ گرم در کیلوگرم پری بیوتیک اینولین اضافه گردید. مبنای استفاده از مقادیر فوق بر اساس گزارشات سایر محققان در استفاده از درصد‌های متفاوت اینولین (Akrami et al., 2008) و همین‌طور تحقیق انجام شده توسط محقق (2011) و استفاده از همین درصد‌های اینولین در جیره گونه پاکوی سیاه (*Colossoma macropomum*) بود (Bahrekazemi & Esbouchin, 2018). نتایج تجزیه ترکیبات موجود در جیره مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۱ آورده شده است.

در طول دوره آزمایش، غذادهی به بچه‌ماهیان آمور بر اساس درصد وزن بدن (۳ درصد) و در دو نوبت (ساعات ۸:۳۰ و ۱۶) انجام گرفت. تمامی شرایط فیزیولوژیکی ماهیان آب مخازن (از جمله دما، میزان اکسیژن، pH و ...) در طول دوره آزمایش به صورت روزانه کنترل و در سطح بهینه نگهداری می‌شد. آب مورد استفاده در تحقیق از چاه تأمین می‌شد که پس از هوادهی وارد مرکز می‌شد. روزانه یک سوم آب

نتایج

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در بین تیمارها بیشترین افزایش وزن ($7/92 \pm 0/38$ گرم) متعلق به تیمار ۳ گرم پری بیوتیک اینولین در کیلوگرم جیره بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت ($p < 0/05$). کمترین مقدار افزایش وزن بدن ($3/11 \pm 0/26$ گرم) نیز در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲). در مورد درصد افزایش وزن بدن نیز همین نتایج مشاهده شد به طوری که بالاترین درصد افزایش وزن ($173/98 \pm 8/86$ درصد) به تیمار ۳ گرم پری بیوتیک اینولین در کیلوگرم جیره و پایین‌ترین درصد افزایش وزن بدن ($68/97 \pm 7/35$ درصد) به گروه شاهد تعلق داشت. حداکثر ($0/72 \pm 0/02$ درصد در روز) و حداقل ($0/38 \pm 0/03$ درصد در روز) میزان نرخ رشد ویژه به ترتیب به تیمارهای ۳ و شاهد تعلق داشت. بین تمامی تیمارها از این لحاظ اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($p < 0/05$). نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص فاکتور وضعیت نشان داد که مطلوب‌ترین میزان این شاخص مربوط به تیمارهای ۲ و ۳ بوده و کمترین میزان آن نیز به گروه شاهد تعلق داشت (جدول ۲). البته بین تیمارهای پری بیوتیکی اختلاف معنی‌داری از این حیث مشاهده نشد، اما در هر سه تیمار پری بیوتیکی نسبت به گروه شاهد اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p < 0/05$). در مجموع در کل دوره پرورش تلفاتی در بین تیمارهای تحت بررسی مشاهده نشد و نرخ بقای بچه‌ماهیان آموز در تمام تیمارهای آزمایشی صد درصد بود (جدول ۲).

نتایج حاصل از محاسبه شاخص ضریب تبدیل غذایی حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار در بین تیمارها بود ($p < 0/05$). این آزمایش نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی کمترین مقدار این شاخص معادل $2/10 \pm 0/10$ مربوط به تیمار ۳ گرم اینولین در هر کیلوگرم غذا بود و بالاترین مقدار آن ($3/20 \pm 0/27$) نیز متعلق به گروه شاهد بود (شکل ۱).

برای ارزیابی شاخص‌های مربوط به رشد و تغذیه ماهی‌ها از فرمول‌های زیر استفاده شد (Akrami *et al.*, 2009a):

$$\text{افزایش وزن بدن (گرم)} = \text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)}$$

$$\text{درصد افزایش وزن بدن (درصد)} = \frac{100 \times [\text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی}]}{\text{وزن اولیه}}$$

$$\text{نرخ رشد ویژه (درصد در روز)} = \frac{100 \times (\text{Ln وزن اولیه} - \text{Ln وزن نهایی})}{\text{طول دوره آزمایش}}$$

$$\text{فاکتور وضعیت (CF)} = 100 \times [\text{طول ماهی (سانتی‌متر)} / \text{وزن ماهی (گرم)}]$$

$$\text{ضریب تبدیل غذایی (FCR)} = \frac{\text{افزایش وزن ماهی (گرم)}}{\text{غذای خورده شده (گرم)}}$$

$$\text{نسبت کارایی پروتئین (PER)} = \frac{\text{پروتئین خورده شده (گرم)}}{\text{وزن به دست آمده (گرم)}}$$

$$\text{درصد بازماندگی} = \frac{\text{تعداد ماهیان در انتهای دوره}}{\text{تعداد ماهیان ذخیره شده در ابتدا}} \times 100$$

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در ابتدا آزمون نرمالیتی به وسیله آزمون Shapiro-Wilk انجام شد. تجزیه و تحلیل بر روی داده‌ها از طریق آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) و مقایسه میانگین بین تیمارها بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد. در ابتدا اطلاعات خام در محیط Excel مورد پردازش و سپس وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد اطمینان با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام گرفت.

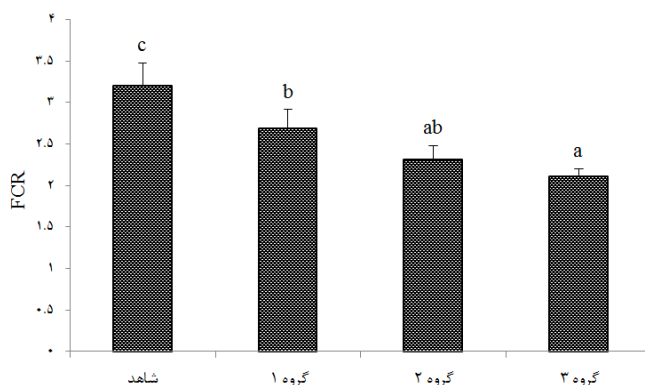
به تیمار ۳ گرم اینولین در هر کیلوگرم جیره و حداقل میزان آن (۰/۹۷±۰/۰۸) به گروه شاهد تعلق داشت. البته بین تیمار ۲ و ۳ از این نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵).

نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش نشان داد که نسبت کارایی پروتئین در تیمارهای پری بیوتیکی دارای تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه شاهد بود (p<۰/۰۵). حداکثر مقدار این شاخص (۱/۴۹±۰/۰۷)

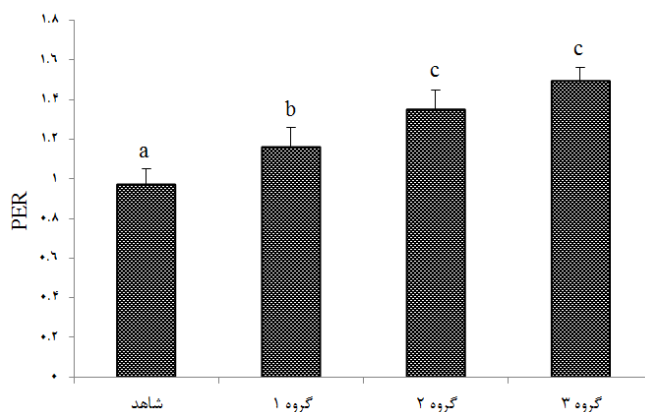
جدول ۲. شاخص‌های رشد و بقا در بچه‌ماهیان آموز تغذیه شده با سطوح مختلف اینولین در دوره ۶۰ روزه

سطوح مختلف پری بیوتیک اینولین در جیره (بر حسب گرم بر کیلوگرم)				شاخص
گرم ۳	گرم ۲	گرم ۱	گروه شاهد	
۴/۵۵±۰/۰۶ ^a	۴/۵۵±۰/۰۳ ^a	۴/۵۱±۰/۰۸ ^a	۴/۵۱±۰/۱۰ ^a	وزن اولیه (گرم)
۱۲/۴۸±۰/۳۸ ^d	۱۰/۰۳±۰/۴۲ ^c	۸/۷۶±۰/۴۳ ^b	۷/۶۲±۰/۱۵ ^a	وزن نهایی (گرم)
۷/۹۲±۰/۳۸ ^d	۵/۷۸±۰/۴۵ ^c	۴/۲۴±۰/۳۸ ^b	۳/۱۱±۰/۲۶ ^a	افزایش وزن بدن (گرم)
۱۷۳/۹۸±۸/۸۶ ^d	۱۲۷/۰۸±۱۰/۷۷ ^c	۹۳/۹۲±۸/۰۹ ^b	۶۸/۹۷±۷/۳۵ ^a	درصد افزایش وزن بدن
۰/۷۲±۰/۰۳ ^d	۰/۵۹±۰/۰۳ ^c	۰/۴۸±۰/۰۲ ^b	۰/۳۸±۰/۰۳ ^a	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)
۱/۱۷±۰/۰۳ ^a	۱/۱۷±۰/۰۵ ^a	۱/۱۴±۰/۰۵ ^a	۱/۰۶±۰/۰۱ ^b	فاکتور وضعیت (درصد)
۱۰۰/۰۰±۰/۰۰ ^a	۱۰۰/۰۰±۰/۰۰ ^a	۱۰۰/۰۰±۰/۰۰ ^a	۱۰۰/۰۰±۰/۰۰ ^a	نرخ بازماندگی (درصد)

* اعدادی که با حروف یکسان نشان داده شده اند تفاوت معنی‌دار ندارند (p>۰/۰۵).



شکل ۱. ضریب تبدیل غذایی در ماهیان آموز تغذیه‌شده با سطوح مختلف اینولین در طول دوره ۶۰ روزه. (شاهد: صفر گرم، گروه ۱: ۱ گرم، گروه ۲: ۲ گرم، گروه ۳: ۳ گرم در کیلوگرم جیره)



شکل ۲. نسبت کارایی پروتئین در ماهیان آموز تغذیه‌شده با سطوح مختلف اینولین در طول دوره ۶۰ روزه. (شاهد: صفر گرم، گروه ۱: ۱ گرم، گروه ۲: ۲ گرم، گروه ۳: ۳ گرم در کیلوگرم جیره)

ریخت‌شناسی روده به واسطه تخمیر پری بیوتیک توسط باکتری‌های بومی روده می‌شود. به‌نظر می‌رسد اثر مثبت مکمل‌های غذایی نظیر اینولین، بر روی رشد و کارایی تغذیه احتمالاً از طریق از بین بردن یا کاهش تراکم باکتری‌های بیماری‌زای موجود در دستگاه گوارش، افزایش جمعیت باکتری‌های مفید روده، بهبود وضعیت میکروبیوم‌های روده و نیز تقویت سامانه ایمنی بدن باشد که در مجموع می‌تواند سبب بهبود وضعیت سلامت ماهی و نیز افزایش کارایی هضم و جذب مواد مغذی به‌واسطه افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی در دستگاه گوارش شود (Gence *et al.*, 2007 b). بر اساس گزارش‌های تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه نظیر استات، پروپیونات، بوتیرات و اسید لاکتیک ناشی از تخمیر اینولین منجر به کاهش pH روده می‌شود که شرایط مناسبی را برای رشد باکتری‌های اسید لاکتیک فراهم می‌کند. افزایش تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک برای جذب مواد مغذی در گیرنده‌های دیواره روده، با عوامل بیماری‌زا رقابت می‌کند و در نتیجه باعث افزایش رشد و حفظ جاندار در برابر عوامل بیماری‌زا می‌شود (Schley & Field, 2002). Akrami *et al.* (2009 a) تأثیر اینولین را بر رشد و بقاء فیل ماهی (*Huso huso*) جوان پرورشی مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که پری بیوتیک اینولین در هیچیک از سطوح ۱، ۲ و ۳ گرم، قابلیت تأثیر گذاری بالایی بر افزایش عملکرد رشد و کارایی تغذیه در فیل ماهی پرورشی ندارد. نتایج این مطالعه بر خلاف نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌باشد.

بین میزان پروتئین در ترکیبات مغذی بدن ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف پری بیوتیک اینولین و ماهیان تغذیه شده با جیره بدون پریب یوتیک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0.05$). بیشترین معنی‌داری (درصد) و کم‌ترین ($17/19 \pm 0.19$) (درصد) مقدار پروتئین لاشه به ترتیب مربوط به تیمار ۳ و ۱ گرم اینولین در هر کیلوگرم جیره بود. در میزان چربی لاشه تفاوت معنی‌داری بین گروه ۲ و ۳ نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد ($p < 0.05$)، به این صورت که بالاترین میزان چربی لاشه در گروه ۳ به مقدار $3/29 \pm 0.01$ درصد و پایین‌ترین مقدار آن در گروه ۱ برابر با $3/17 \pm 0.02$ درصد بود ($p < 0.05$). نتایج همچنین نشان داد که بین تیمارهای پری بیوتیکی و گروه شاهد تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان خاکستر وجود داشت ($p < 0.05$). کم‌ترین میزان خاکستر لاشه وجود داشت ($1/92 \pm 0.02$) درصد در گروه شاهد مشاهده شد (جدول ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزودن ۳ گرم پری بیوتیک اینولین در هر کیلوگرم جیره غذایی بچه‌ماهی‌ها می‌توانست در بهبود عملکرد رشد، تولید نهایی و ضریب تبدیل غذایی مفید واقع شود به گونه‌ای که بیشترین درصد افزایش وزن و ضریب رشد ویژه در تیمار ۳ گرم حاصل شد. بهبود عملکرد رشد تا حد زیادی می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های هضمی باشد که منجر به بهبود

جدول ۳. مقدار پروتئین، چربی و خاکستر لاشه در بچه ماهیان آمور تغذیه‌شده با سطوح مختلف پری بیوتیک اینولین در یک دوره ۶۰ روزه

سطوح مختلف پری بیوتیک اینولین در جیره (برحسب گرم بر کیلوگرم)				فاکتور بیوشیمیایی
۳ گرم	۲ گرم	۱ گرم	گروه شاهد	لاشه (درصد)
$17/36 \pm 0.05^a$	$17/29 \pm 0.10^a$	$17/19 \pm 0.19^a$	$17/25 \pm 0.06^a$	پروتئین
$3/29 \pm 0.01^b$	$3/25 \pm 0.07^{ab}$	$3/17 \pm 0.03^a$	$3/20 \pm 0.03^a$	چربی
$2/00 \pm 0.02^b$	$2/00 \pm 0.02^b$	$1/99 \pm 0.01^b$	$1/92 \pm 0.02^a$	خاکستر

* اعدادی که با حروف یکسان نشان داده شده‌اند تفاوت معنی‌دار ندارند ($p > 0.05$).

Culjak *et al.* (2006) انجام گرفت، بین تیمارهای تغذیه شده با جیره های حاوی مانان الیگوساکارید با شاهد از نظر بازماندگی اختلاف معنی دار مشاهده گردید. از آنجاکه نتایج گزارش شده در این ارتباط متفاوت است به نظر می رسد که نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

یکی از عوامل اقتصادی بودن پرورش آبزیان پایین بودن ضریب تبدیل غذایی و بالا بودن نسبت کارایی پروتئین است، چرا که علاوه بر کاهش هزینه های غذا به سبب مقدار کمتر غذادهی، از آلودگی ثانویه آب و به تبع آن کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری خواهد کرد (Nikbakhsh & Bahrekazemi, 2017). در این تحقیق محاسبات ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارایی پروتئین حاکی از تفاوت معنی دار در بین تیمارها بود. احتمال می رود اینولین به واسطه تکثیر باکتری های پروبیوتیک، باعث تولید آنزیم های گوارشی (آمیلاز، پروتئازولپاز) (Irianto & Austin, 2002) و در نهایت سبب کاهش میزان ضریب تبدیل غذایی در میزبان شود (Tovar *et al.*, 2002). این آنزیم ها در نهایت منجر به افزایش هضم چربی ها و پروتئین های موجود در جیره غذایی شده و نسبت کارایی پروتئین، کارایی تغذیه و متعاقب آن رشد را در میزبان به میزان قابل توجهی افزایش می دهد (De-Schrijver & Ollevier, 2000). به علاوه، پری بیوتیک هایی مانند الیگو فروکتوزها و اینولین ها تأثیرات ناگهانی و مضر حاصل از رژیم های غذایی واجد نشاسته در کلون روده را محدود می کنند (Respondek *et al.*, 2006). در مطالعات پیشین تأثیر مثبت برخی پری بیوتیک ها نظیر مانان الیگوساکارید بر کاهش ضریب تبدیل غذایی در سایر ماهیان گرمابی نیز به اثبات رسیده است (Culjak *et al.*, 2006)، که مؤید نتایج پژوهش حاضر می باشد. به علاوه تأثیر مثبت پری بیوتیک اینولین بر شاخص کارایی تغذیه ماهی کلمه نیز پیش از این به اثبات رسیده بود (Khosravi, 2011). برخلاف نتایج این

Khosravi (2011) طی مطالعه ای روی بچه ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*)، تأثیر سطوح متفاوت پری بیوتیک اینولین را بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه بچه ماهی کلمه بررسی و گزارش نمود که سطوح متفاوت پری بیوتیک اینولین قابلیت تأثیرگذاری قابل توجهی بر افزایش عملکرد رشد و کارایی تغذیه در بچه ماهی کلمه دارد. در مطالعه Akrami *et al.* (2011) نشان داده شد که اضافه کردن اینولین به میزان ۱/۵ درصد به جیره تجاری بچه ماهی کپور معمولی می تواند در افزایش رشد و بازماندگی تأثیر مثبتی داشته باشد، که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. احتمال می رود مهمترین دلیل اختلاف در نتایج حاصل از مطالعات مختلف، تفاوت بین گونه های مورد آزمایش باشد به گونه ای در فیل ماهی که رژیم گوشتخواری دارد اینولین نتوانست اثرات مثبت ایجاد نماید.

نرخ بقای بچه ماهیان امور در تیمارهای آزمایشی که پری بیوتیک اینولین را دریافت کرده بودند در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی داری را نشان نداد. درصد بازماندگی نشان دهنده ایمنی در مقابل عوامل بیماری زا و استرس های محیطی می باشد (Nikkhoo *et al.*, 2010). بر اساس برخی گزارشات تأثیر محرک رشد و ایمنی در میزان بقای ماهیان معمولاً در دوره های طولانی تر از شش ماه باعث ایجاد تغییرات معنی دار می شوند (Borges *et al.*, 2004). در استفاده از اینولین در گونه فیل ماهی (*Huso huso*) و قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نیز عدم تأثیر معنی دار بر میزان بقا گزارش شده است (Akrami *et al.*, 2009 a, b). در حالی که بر خلاف نتایج پژوهش حاضر، Akrami *et al.* و Mira *et al.* (2011) نشان دادند که اضافه کردن اینولین به ترتیب به جیره تجاری بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii*) می تواند در افزایش بازماندگی مؤثر باشد. در آزمایش دیگری که روی بچه ماهیان کپور توسط

پروتئین لاشه در بدن ممکن است تحت تأثیر جیره‌های حاوی پری بیوتیک قرار بگیرد، اگرچه به نظر می‌رسد که این عکس‌العمل بسته به گونه ماهی متفاوت باشد (Gultepe et al., Helland et al., 2008). با افزودن مانان اولیگوساکارید به جیره غذایی ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) و همچنین Akrami et al. (2009c) با افزودن مانان اولیگوساکارید به جیره غذایی بچه‌ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) نیز تفاوت معنی‌داری در آنالیز ترکیبات لاشه در بین تیمارها مشاهده نکردند.

بر اساس نتایج حاصله افزودن ۳ گرم اینولین در هر کیلوگرم از جیره ماهی کپور علفخوار توانست تأثیر معنی‌دار مثبت بر درصد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، شاخص وضعیت و همین‌طور شاخص‌های تغذیه‌ای مانند ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارایی پروتئین داشته باشد، اگرچه تأثیر قابل‌توجهی به ویژه در درصد پروتئین نداشت. لذا افزودن ۳ گرم پری بیوتیک اینولین به هر کیلوگرم از جیره بچه ماهی امور جهت ارتقا شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

از زحمات آقای مهندس نیک‌بخش در مرکز تحقیقات ماهیان زینتی جهاد دانشگاهی واحد مازندران، تشکر و قدردانی می‌گردد.

پژوهش، در مطالعه Genc et al. (2006) افزودن مانان الگوساکارید به جیره گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری از لحاظ ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارها ایجاد نکرد.

نتایج مربوط به آنالیز لاشه در کپور علفخوار بیان‌کننده افزایش معنی‌دار درصد چربی و خاکستر در تیمار ۳ گرم اینولین بود درحالی‌که تأثیر معنی‌دار بر درصد پروتئین نداشت. عدم اثر مثبت پریبیوتیک در ترکیبات مغذی بدن در برخی تحقیقات گزارش شده است. Mira et al. (2011) در مطالعه خود گزارش نمودند که افزودن اینولین به میزان ۵ گرم به جیره تجاری ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) نتوانست سبب ایجاد تفاوت معنی‌دار در بین تیمارها در ترکیبات مغذی لاشه شود و بیشترین میزان پروتئین و چربی لاشه را در تیمار شاهد مشاهده کرد. در استفاده از ۱ تا ۳ گرم پری بیوتیک میتو در کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نیز تغییر معنی‌داری در ترکیبات مغذی بدن مانند درصد پروتئین و چربی حاصل نشد (Nikbakhsh & Bahrekazemi, 2017) که مشابه تحقیق حاضر تنها در درصد پروتئین بود. احتمال می‌رود این عدم تطابق نتایج ناشی از مواردی همچون نوع پری بیوتیک و درصد مورد استفاده از آن، گونه، سن و وزن گونه باشد. میزان

REFERENCES

- Akrami, R.; Ghelichi, A.; Zareii, A.; (2011). The effect of inulin as a prebiotic supplement on growth, survival, density of intestinal lactic acid bacteria and body of common carp (*Cyprinus carpio*). J Fish; 5(4): 87-94.
- Akrami, R.; Hajimoradloo, A.; Matinfar, A.; Abedian Kenari, A.; Alimohammadi, A.; (2009a). The effects of dietary inulin on growth performance, nutrition, survival and body composition of juvenile beluga (*Huso huso*). J World Aquacul Soc; 40(6): 771-779.
- Akrami, R.; Ghelichi, A.; Manuchehri, H.; (2009b). Effect of dietary inulin as prebiotic on growth performance and survival of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J Mar Sci Technol; 4: 1-9.
- Akrami, R.; Karimabadi, A.; Mohammadzadeh, H.; Ahmadifar, A.; (2009c). Effect of Prebiotic MOS on growth, body composition and resistance to salinity in Caspian Sea Kutum (*Rutilus frisii kutum*). J Mar Sci Tech; 8(3): 47-57. (in Persian)

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists); (1990). Official method of analysis AOAC, Washington DC, USA. 1263P.
- Bahrekazemi, M.; Esbouchin, AK.; (2018). Effects of diets containing different levels of prebiotic Inulin on the growth rate, body composition and some blood parameters in black pacu (*Colossoma macropomum*). J Vet Res; Final acception. (in Persian)
- Borges, A.; Scotti, LV.; Siqueira, DR.; Jurinitz, DF.; Wassermann, Gf.; (2004). Hematologic and serum biochemical values for hundi (*Rhamdia quelem*). Fish Physiol Biochem; 30: 21-25.
- Cerezuela, R.; Cuesta, A.; Meseguer, J.; Esteban, A.; (2008). Effect of inulin on Gilthead seabream (*Sparus aurata*) innate immune parameters. Aquacul; 24: 663-668.
- Culjak, V.; Bogut, G.; Has-Schon, E.; Milakovic, Z.; Canecki, K.; (2006). Effect of Bio-Mos on performance and health of juvenile carp. In: Nutrition and biotechnology in the feed and food industries: Alltech's 22nd annual symposium, Lexington, KY, USA. 23-26.
- De Schrijver, R.; Ollevier, F.; (2000). Protein digestion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) and effects of dietary administration of *Vibrio proteolyticus*. Aquacul; 186: 107-116.
- Delgado, CL.; Wada, N.; Rosegrant, MW.; Meijer, S.; Ahmed, M.; (2003). Fish to 2020, Supply and Demand in Changing Global Market. International Food Policy Research Onstitute, Washington, DC, USA. 226 pp.
- Delzenne, NM.; Roberfroid, MR.; (1994). Physiological effects of non-digestible oligosaccharides. Lebensmittel-Wissenschaft und-echnolo-gie; 27: 1-6.
- Du, ZY.; Liu, YJ.; Tian, LX.; Wang, JT.; Wang, Y.; Liang, GY.; (2005). Effect of dietary lipid level on growth, Feed composition and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Aquacul Nutr; 11: 139-146.
- Fooks, LJ.; Gibson, GR.; (2002). Probiotic as a modulators of the gut flora. Brit J Nutr; 1(12): 39-49.
- Genç, MA.; Yilmaz, E.; Genç, E.; (2006). Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, intestine and liver histology of the African catfish (*Clarias gariepinus*). J Fish Aquat Sci; 23 (1-2): 37-41.
- Genc, MA.; Yilmaz, E.; Gence, E.; Aktas, M.; (2007_b). Effect of dietary mannanoligosaccharid on growth, body composition and intestine and liver histology of the hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). Isr J Aquacul; 59: 10-16.
- Gultepe, N.; Salnur, S.; Hossu, B.; Hisar, O.; (2010). Dietary supplementation with Mannanoligosaccharides (MOS) from Bio-Mos enhances growth parameters and digestive capacity of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquacul Nutr; 17(5): 482-487.
- Hanley, F.; Brown, H.; Carbery, J.; (1995). First observations on the Effects of mannan oligosaccharide added to hatchery diets for warm water hybrid red Tilapia. The 11th Annual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry, Lexington, KY, USA. 81-82.
- Helland, B.G.; Helland, S.J.; Gatlin, D.M.; (2008). The effect of dietary supplementation with mannanoligosacchare, fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquacul; 283: 163-167.
- Hoseinifar, SH.; Mirvaghefi, AR.; Mojazi Amiri, B.; Khoshbavar Rostami, HA.; Poor Amini, M.; Darvish Bastami, K.; (2011). The probiotic effects of dietary inactive yeast *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* on growth factors, survival, body composition and intestinal microbiota of Beluga juvenile (*Huso huso*). Iran Sci Fish J; 19: 55-66.

- Irianto, A.; Austin, B.; (2002). Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. J Fish Dis; 25: 333-342.
- Khosravi, M.; (2011). The effect of different levels of dietary inulin on growth performance and body composition of juvenile roach (*Rutilus rutilus caspicus*). MSc thesis in Fisheries, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. 57p. (in Persian)
- Mahious, AS.; Van Loo, J.; Lieffrig, F.; (2007). Inulin and oligofructose in aquaculture: A review. Aquaculture Europe. October 14-27. Istanbul, Turkey, p: 326-327.
- Mira, SA.; Akram, R.; Hedayatifard, M.; (2011). The effects of prebiotic inulin on the growth, survival and body composition of Kutum (*Rutilus frisii kutum*). J Mar Biol; 3(9): 53-59. (in Persian)
- Nikbakhsh, J.; Bahrekazemi, M.; (2017). Effect of diets containing different levels of prebiotic Mito on the growth factors, survival, body composition, and hematological parameters in Common carp *Cyprinus carpio* fry. J Mari Biol Aquac; 3(1): 1-6.
- Nikkhoo, M.; Yousefian, M.; Safari, R.; (2010). Vosughi A. Evaluation of growth parameters and improved survival rate of juvenile common carp (*Cyprinus carpio*) fed with diets containing probiotic Aqualase in the face of pathogenic bacteria (*Streptococcus iniae*). J Fish Aquacul; 4(2): 26-36. (in Persian)
- NRC (National Research Council, USA); (1993). Nutrient Requirements of fish. National Academy of sciences, Washington. 128 p.
- Respondek, F.; Goachet, AG.; Julliand, V.; (2006). Effect of short chain fructooligosaccharides on biochemical disturbances occurring in the hindgut of horses following an abrupt diet change. Eur Soc Vet Comp Nutr Nantes; France. 134 p.
- Ringo, E.; Olsen, RE.; To, G.; Dalmo, RA.; Amlund, H.; Hemre, G.; Bakke, AM.; (2010). Prebiotics in aquaculture: a review. Aquacul Nutr; 16(2): 117-136.
- Roberfroid, MB.; Van Loo, JA.; Gibson, ER.; (1998). The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. J Nutr; 28: 11-19.
- Safari, O.; Boldaji, FA.; (2007). Effect of dietary lipid level on growth, feed utilization and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Pajou Sazand; 20(3): 109-117. (in Persian)
- Schley, P.D.; Fiel, C.J.; (2002). The immune-enhancing effects of dietary fibres and prebiotics. Brit J Nutr; 87: 221-230.
- Torrecillas, S.; Makol, A.; Caballero, M.J.; (2007). Montero D, Robaina L, Real F *et al*. Immune stimulation and improved infection resistance in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides. Fish Shellfish Immunol; 23: 969-981
- Tovar, D.; Zambonino, J.; Cahu, C.; Gatesoupe, FJ.; Vazquezjuarez, R.; Lesel, R.; (2002). Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) Larvae. Aquacul; 204: 113-123.
- Vosoughi, GH.; Mostajir, B.; (2002). Freshwater fishes. Tehran University Press. 317p. (in Persian)