

تأثیر اینولین به عنوان پریبیوتیک بر عملکرد رشد و زنده مانی ماهی قزل آلی (*Oncorhynchus mykiss*) رنگین کمان

رضا اکرمی^{۱*}، افشین قلیچی^۲ و حامد منوچهری^۳

۲۰۱ - استادیار گروه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر

۳ - استادیار گروه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل

تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۲۸

تاریخ دریافت: ۸۸ / ۲ / ۱۲

چکیده

به منظور تأثیر پریبیوتیک اینولین بر عملکرد رشد، تغذیه و زنده مانی ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) آزمایش تغذیه ای با سه سطح اینولین ۱، ۲ و ۳ درصد که با سطوح سلولز موجود در جیره شاهد جایگزین شده بودند در سه تکرار انجام شد. بچه ماهیان با میانگین وزنی 0.6 ± 15.58 گرم به مدت ۸ هفته با جیره های آزمایشی تغذیه شدند. نتایج نشان داد که در تیمارهای آزمایشی، سطوح مختلف پریبیوتیک اینولین روی برخی شاخص های رشد نظیر وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، ضریب رشد حرارتی و تولید خالص ماهی تأثیر مثبت و معنی دار نداشتند؛ به طوری که در سطح ۳ درصد اینولین در جیره غذایی مقادیر فاکتورهای مذکور در مقایسه با سایر تیمارها کاهش یافت. در مقادیر ضریب تبدیل غذایی، کارایی تغذیه، شاخص وضعیت و نسبت کارایی پروتئین تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. در انتهای دوره پرورش تفاوت معنی داری در نرخ زنده مانی نیز مشاهده نگردید. نتایج این مطالعه نشان داد سطوح متفاوت پریبیوتیک اینولین قابلیت تأثیر گذاری بالایی بر افزایش عملکرد رشد، تغذیه و زنده مانی در ماهی قزل آلی ندارند.

واژگان کلیدی

رشد، تغذیه، پریبیوتیک اینولین، قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

Effect of dietary inulin as prebiotic on growth performance and survival of juvenile Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Reza Akrami¹, Afshin Ghelichi² & Hamed Manuchehri³

1, 2- Islamic Azad University, Azadshahr Branch
3- Islamic Azad University, Babol Branch

Abstract

An 8-week feeding experiment was conducted to investigate the effects dietary prebiotic inulin on growth performance and survival of juvenile Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Three replicate groups of fish (initially averaging weight 15.58 ± 0.6 g) were fed diets containing prebiotic inulin (Raftifeed® IPS) levels 1% , 2% and 3%. The basal diet was contained 3% cellulose. Fish were fed to apparent satiation and growth performance monitored. Growth indices such as; final weight gain, specific growth rate (SGR), thermal growth coefficient (TGC) and net production of fish fed the basal diet were significantly higher than those fed the diets containing prebiotic inulin. However, there were no significant differences in food conversion ratio (FCR), feed efficiency (FE), protein efficiency ratio (PER) and condition factor (CF) among fish fed the experimental diets. No significant difference was observed in survival rate at the end of trial. The experiment indicated that the prebiotic inulin didn't influence the increase of the growth performance and survival rate in rainbow trout juvenile.

Keywords: Growth performance, Feeding, Prebiotic inulin, Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).

*مسئول مکاتبه akrami202@yahoo.com

مقدمه

در حال حاضر چالش عمده در آبی پروری تجاری، بهبود جیره های غذایی فرموله شده برای بهینه سازی رشد و ارتقاء سلامت ماهیان می باشد و توسعه روزافزون آبی پروری در بسیاری از مناطق دنیا منجر به افزایش درخواست و استفاده از مواد شیمیایی جدید شده است به طوری که در سالهای اخیر بسیاری از مواد شیمیایی و ترکیبات صنعتی از جنبه های اقتصادی و دامنه سلامتی طبقه بندی و در آبی پروری استفاده شده است. ایده جدید استفاده از پریبیوتیک (Prebiotic) در جیره ماهی و میگو می باشد. پریبیوتیک ها عناصر غذایی (کربوهیدرات های) غیر قابل هضمی (Non-digestible carbohydrate) هستند که از طریق تحریک رشد یا فعال کردن یک یا تعداد محدودی از گونه های باکتریایی که در روده وجود دارند، اثرات سودمندی بر میزبان داشته و سلامتی آن را بهبود می بخشد (Gibson & Roberfroid, 1995)، بنابراین پریبیوتیک ها باعث بهبود و تعادل میکروفلور روده و افزایش مکانیسم دفاعی میزبان می شوند. عناصر غذایی که به عنوان پریبیوتیک طبقه بندی می شوند بایستی دارای خواصی باشند که در نهایت سودمند واقع گردند از جمله این که در بخش های فوقانی دستگاه گوارش نبایستی هضم و جذب شوند، توسط یک یا تعدادی از باکتری های مفید روده بصورت گزینشی تخمیر شوند و میکروبیوتای (Microbiota) روده را به تولید ترکیبات سالم تر سوق دهند (Fooks & Gibson, 2002). تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه و اسید لاکتیک ناشی از تخمیر اینولین منجر به کاهش pH روده می شود که شرایط مناسب برای رشد باکتری های اسید لاکتیک را فراهم می کند (Schley & Field, 2002). بیشترین موادی که به عنوان پریبیوتیک در تغذیه انسان ها و حیوانات مورد بررسی قرار گرفته اند کربوهیدرات ها هستند. مشخص شده است که در میان کربوهیدرات ها؛ اینولین، الیگوفروکتوز، ترانس گالاکتوالیگوساکارید و لاکتوز را می توان به عنوان پریبیوتیک استفاده کرد. در حال حاضر پریبیوتیک ها بیشتر بر اساس توانایی شان در افزایش رشد میکروارگانیسم های تولیدکننده اسیدلاکتیک انتخاب می شوند (Gibson, 1998). از بین انواع پریبیوتیک های آزمایش شده، فروکتون های نوع اینولین بیش از همه مورد بررسی قرار گرفته اند. اینولین یک الیگوساکارید غیرقابل هضم گیاهی است که دارای فیبر محلول بوده و از گیاهان مختلفی (نظیر: سیر، پیاز، سیب زمینی ترشی، تره فرنگی، گندم، موز، گل کوبک و کاسنی) با درجه پلیمریزاسیون متفاوت بدست می آید (Roberfroid, 1993). با وجود اثرات مفیدی که برای پریبیوتیک در نظر گرفته شده است، تحقیقات در این زمینه هنوز در آغاز راه خود قرار داشته و تعداد محدودی تحقیق در زمینه اثر پریبیوتیک در ماهیان انجام شده است که از جمله آنها می توان به تأثیر اینولین در ماهی چار سردسیری (*Salvelinus alpinus*) (Olsen et al., 2001)، تأثیر پریبیوتیک نوع GrobioticTM در هیبرید ماهی باس مخطط (Li & Gatlin, 2004; Li et al., 2005)، تأثیر اینولین و الیگوفروکتوز روی لارو ماهی کفشک (*Psetta maxima*)، گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) و تاسماهی سبیری (*Acipenser baeri*) (Mahious & Ollevier 2005; Mahious et al., 2005) اشاره کرد.

مواد و روش ها

محل اجرای تحقیق: این بررسی از اواسط مردادماه تا اواسط مهر ماه سال ۱۳۸۶ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا منطقه ماهیان فاضل آباد (استان گلستان) به مدت ۸ هفته انجام گرفت. پس از سازگاری سازی اولیه و عادت دهی بچه ماهیان مورد آزمایش با غذای دستی، تعداد ۴۸۰ عدد بچه ماهی قزل آلا با وزن متوسط $15/58 \pm 0/6$ گرم در ۱۲ حوضچه ۲ متر مربعی با تراکم ۴۰ عدد در هر حوضچه کشت گردید.

پریبیوتیک: پریبیوتیک مورد استفاده در این آزمایش اینولین (رافتیلین ST) است که فروکتان های خطی (1 → 2)-β می باشد. رافتیلین فرم استاندارد اینولین استخراج شده از ریشه گیاه کاسنی می باشد. درجه پلیمریزاسیون آن ۶۰-۲ درصد می باشد. حداقل میزان فروکتان های تضمین شده توسط کارخانه ORAFTI ۹۰ درصد است (جدول ۱). ترکیبات دیگر آن شامل گلوکز، فروکتوز و ساکارز می باشد. این پریبیوتیک از شرکت ORAFTI کشور بلژیک تهیه گردید.

جدول ۱- مشخصات اینولین مورد استفاده در این تحقیق

ترکیب	ساختار الیگوساکارید	ماده
۹۰٪ اینولین	Glu α 1-2[β Fru 1-2]n , Where n > 10 average 10-12	رافتیلین LS

تهیه و ساخت جیره های آزمایشی: این تحقیق با استفاده از طرح کاملا تصادفی شامل سه سطح اینولین ۱،۲ و ۳ درصد (۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم در کیلوگرم) که جایگزین سلولز جیره شاهد گردیدند (Mahious et al., 2005) در چهار تیمار با سه تکرار طراحی شد. جیره نویسی با استفاده از نرم افزار لیندو (Lindo, 1994) و با توجه به احتیاجات غذایی ماهی قزل آلا برای هر یک از جیره های آزمایشی تعیین شد. از آرد ماهی کیلکا به عنوان منبع اصلی پروتئین، از روغن ماهی کیلکا و روغن سویا به عنوان منبع و عامل تنظیم انرژی جیره استفاده شد. میزان سطوح ویتامین ها، مواد معدنی و مکمل ها نیز در تمام جیره ها یکسان بود (جدول ۲). برای تهیه جیره ها، ابتدا مواد خشک بوسیله ترازو توزین و به مدت ۳۰ دقیقه مخلوط گردیدند. سپس مواد اولیه مایع به علاوه مقداری آب اضافه و به مدت ۱۵ دقیقه دیگر مخلوط کردن ادامه پیدا کرد. سپس با استفاده از چرخ گوشت صنعتی به قطر خروجی ۲ میلی متر به رشته های بلند تبدیل شده و پس از خشک شدن در در داخل دستگاه خشک کن در دمای ۶۰-۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷ ساعت در اندازه ای مناسب بصورت پلت تهیه گردید. در پایان جیره ها در بسته های مناسب بسته بندی و در سردخانه در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

برآورد تجزیه تقریبی ترکیبات جیره ها: آنالیز تقریبی ترکیبات جیره با روش های استاندارد جیره انجام شد (AOAC, 1990). میزان پروتئین کل با استفاده از دستگاه کج‌دال، میزان انرژی با استفاده از دستگاه بمب کالریمتر، میزان چربی با استفاده از روش سوکسله، میزان رطوبت با استفاده از آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت و مقدار خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت اندازه گیری شد. غذادهی بر حسب مشاهدات و رفتار تغذیه ای ماهیان تا حد سیری به میزان ۳ درصد وزن بدن و در ۳ وعده غذایی انجام شد.

برآورد شاخص های رشد و پارامترهای تغذیه ای: زیست سنجی ماهیان هر دو هفته یکبار انجام شد. وزن با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم و طول کل با خط کش با دقت ۱ میلی متر اندازه گیری شد. شاخص های رشد نظیر وزن نهایی، نرخ رشد ویژه (SGR)، فاکتور وضعیت (CF) و ضریب رشد حرارتی (TGC) و پارامترهای تغذیه ای شامل ضریب تبدیل غذایی (FCR)، کارایی غذا (FE)، نسبت کارایی پروتئین (PER) و مقدار غذای خورده شده تعیین گردید. (Kofi et al., 1992).

میانگین وزن ابتدای دوره به گرم - میانگین وزن انتهای دوره به گرم = افزایش وزن بدن
 [میانگین وزن ابتدای دوره به گرم / (میانگین وزن انتهای دوره به گرم - میانگین وزن ابتدای دوره به گرم)] × ۱۰۰ =
 درصد افزایش وزن بدن

ازمان / (لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم - لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم) $\times 100 =$ ضریب رشد ویژه

ازمان $\times 1/2$ / (میانگین وزن اولیه به گرم + میانگین وزن نهایی به گرم) / غذای خورده شده $\times 100 =$ غذای خورده شده روزانه

[میانگین درجه حرارت به سانتیگراد \times زمان / (وزن توده زنده اولیه ماهی به گرم - وزن توده زنده نهایی ماهی به گرم)] $\times 100 =$ ضریب رشد حرارتی

((میانگین طول انتهای دوره به سانتیمتر) / میانگین وزن انتهای دوره به گرم) $\times 100 =$ شاخص وضعیت

(تعداد بچه ماهیان باقیمانده در انتهای دوره / تعداد بچه ماهیان ابتدای دوره) $\times 100 =$ درصد زنده مانی

(تعداد ماهیان باقیمانده انتهای دوره) \times [میانگین وزن اولیه به گرم / میانگین وزن نهایی به گرم] = تولید خالص ماهی

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

(مقدار غذای خورده شده به گرم / افزایش وزن بدن به گرم) $\times 100 =$ کارایی غذا (%)

مقدار مصرف پروتئین (گرم) / افزایش وزن بدن (گرم) = نسبت کارایی پروتئین (g/g)

مقدار پروتئین خورده شده (گرم) / مقدار مصرف پروتئین بدست آمده (گرم) = میزان بهره برداری خالص از پروتئین

اندازه گیری معیارهای کیفی آب: عوامل کیفی آب به صورت روزانه اندازه گیری شد و میانگین آنها در طول دوره پرورش بدین شرح بود؛ اکسیژن محلول 8 ± 0.35 میلی گرم بر لیتر، دما 15.9 ± 0.34 درجه سانتی گراد و pH آب 8.2 ± 0.52 در نوسان بود.

تجزیه و تحلیل داده ها: با استفاده از روش آنالیز واریانس یکطرفه با استفاده از آزمون دانکن و با کمک نرم افزارهای SPSS (Version 9) و EXCEL انجام پذیرفت و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اعتماد ۵ درصد ($P < 0.05$) تعیین گردید. جهت تعیین همبستگی بین پارامترهای اندازه گیری شده و سطوح مختلف اینولین از آزمون رگرسیون خطی استفاده شد و مقادیر $P < 0.05$ معنی دار تلقی گردید.

جدول ۲- اجزاء غذایی و ترکیب شیمیایی هر یک از جیره های آزمایشی به درصد برای ماهی قزل آلا

ترکیبات غذایی	شاهد	۱٪ اینولین	۲٪ اینولین	۳٪ اینولین
پودر ماهی کیلکا	۶۱/۷	۶۱/۷	۶۱/۷	۶۱/۷
دکسترین	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
روغن ماهی کیلکا	۴	۴	۴	۴
روغن سویا	۴	۴	۴	۴
مکمل معدنی- ویتامینی ^۱	۵	۵	۵	۵
سلولز	۳	۲	۱	۰
پربیوتیک اینولین	۰	۱	۲	۳
مواد چسباننده (همبند) ^۲	۲	۲	۲	۲
ضد قارچ ^۳	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
آنتی اکسیدانت ^۴	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵

تجزیه تقریبی جیره ها (درصد ماده خشک)

۹۷/۷۹	۹۷/۵۸	۹۷/۸۶	۹۷/۵۶	ماده خشک
۳۸/۶۸	۳۸/۹	۳۸/۶۳	۳۸/۲۴	پروتئین خام
۱۲/۳۲	۱۱/۸۸	۱۲/۲۱	۱۲/۹۳	چربی خام
۱۴/۶۲	۱۴/۳۴	۱۴/۱۲	۱۴/۱۷	خاکستر
۳۱/۷	۳۲/۵۵	۳۲/۴۶	۳۲/۵۳	عصاره عاری از ازت
۱۸/۱۲	۱۸/۹۷	۱۸/۰۸	۱۸/۸۸	انرژی خام (مگاژول بر کیلوگرم جیره)
۱۹/۴۸	۱۹/۲۲	۱۹/۵۶	۱۹/۱۳	نسبت پروتئین به انرژی (میلی گرم پروتئین در کیلوژول)

- ۱- مکمل معدنی ویتامینی تحت عنوان ویتامینت بوده و شامل: ویتامین A, C, D3, E, B1, B2, B6, K3, نیکوتینامید؛ مواد معدنی شامل مس، آهن، روی، منگنز
- ۲- همبند آمت محصولی از شرکت افراز مهر تابان شهر یزد می باشد. و از هیدرولیز پروتئین های حیوانی مخصوصا سوپ حاصل از پخت ماهی تهیه می شود و حاوی ۷۱/۹۸٪ پروتئین، ۰/۹٪ الیاف، ۹/۵۵٪ رطوبت و ۱۷/۸٪ خاکستر می باشد.
- ۳- نوع ضد قارچ توکسیبان پریمیکس بوده، ترکیبات آن شامل آلومینوسیلیکات، زئولیت، بنتونایت، پروپیونات آمونیوم، عامل ژلانیسی کننده و مواد معدنی می باشد.
- ۴- آنتی اکسیدانت از نوع بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) Butylated hydroxytoluene بود.

نتایج

شاخص های رشد: تأثیر سطوح مختلف اینولین بر معیارهای رشد و تغذیه ماهی قزل آلا در جدول ۳ ارائه شده است. در ابتدای تحقیق تفاوت معنی داری بین تیمارهای مورد بررسی به لحاظ تغییرات وزنی وجود نداشت و چهار گروه مورد بررسی به لحاظ میانگین وزنی همگن بودند ($P > 0.05$). در مقایسه با تیمار شاهد، تیمارهای آزمایشی حاوی اینولین از وزن نهایی و درصد وزن بدست آمده کمتری برخوردار بودند و تفاوت معنی داری بین آنها به ویژه در سطح ۳ درصد مشاهده گردید (جدول ۳، $P < 0.05$). همچنین همبستگی منفی و معنی داری بین وزن نهایی با افزایش سطح اینولین در جیره وجود داشت ($r = -0.952$ ، $P = 0.048$). بین تیمارهای آزمایشی با سطوح مختلف اینولین از لحاظ آماری نیز اختلاف معنی داری مشاهده گردید به طوری که سطح ۱ درصد اینولین جیره نسبت به سایر سطوح از کارایی بالاتری برخوردار بود (جدول ۳). نرخ رشد ویژه در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای آزمایشی افزایش یافت و تیمار ۳ درصد در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی داری نشان داد ($P < 0.05$). بین نرخ رشد ویژه با افزایش سطح اینولین در جیره نیز همبستگی منفی وجود داشت ($r = -0.866$ ، $P = 0.134$). همچنین تیمار شاهد از ضریب رشد حرارتی بالاتری برخوردار بود و بیشترین مقدار این فاکتور در بین تیمارهای آزمایشی در سطح ۱ درصد اینولین جیره مشاهده شد و اختلاف معنی داری بین آنها بدست آمد ($P < 0.05$). فاکتور وضعیت اختلاف معنی داری را در تیمارهای تحت آزمایش از خود نشان نداد ($P > 0.05$) ولی همبستگی منفی بین این پارامتر با افزایش سطح اینولین در جیره وجود داشت و این ضریب همبستگی معادل $r = -0.933$ ، $P = 0.06$ بدست آمد. نرخ زنده مانی در تیمارهایی که پریوتیک اینولین را دریافت داشته بودند در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی داری را نشان نداد ($P > 0.05$) ولی

بیشترین میزان زنده ماننی در سطح ۲ درصد اینولین جیره مشاهده گردید. مطابق با آنالیز رگرسیون خطی بین نرخ زنده ماننی و افزایش سطح اینولین در جیره همبستگی منفی وجود داشت ($r = -0/176$ ، $P = 0/824$). در مقایسه با تیمار شاهد، تیمارهای آزمایشی از شاخص تولید کمتری برخوردار بودند و اختلاف معنی داری بین آنها دیده شد ($P < 0/05$). همچنین همبستگی منفی بین تولید خالص با افزایش سطح اینولین جیره وجود داشت و این ضریب همبستگی معادل $r = -0/938$ ، $P = 0/06$ تعیین گردید.

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص های رشد ماهی قزل آلا در تیمارهای مختلف طی ۸ هفته پرورش

شاخص رشد	شاهد	۱٪ اینولین	۲٪ اینولین	۳٪ اینولین
میانگین وزن ابتدای دوره (گرم)	۱۵/۶۵ ± ۰/۲۱ ^a	۱۵/۸ ± ۰/۲۸ ^a	۱۵/۵۲ ± ۰/۳۹ ^a	۱۵/۶۹ ± ۰/۱۴ ^a
میانگین وزن انتهای دوره (گرم)	۴۵/۱۵ ± ۵/۰۹ ^a	۴۲/۰۵ ± ۲/۲۹ ^a	۳۹/۹ ± ۰/۱۷ ^a	۳۱/۴۸ ± ۰/۴۱ ^b
افزایش وزن بدن (گرم)	۲۹/۵ ± ۴/۸۸ ^a	۲۶/۲۵ ± ۲ ^a	۲۴/۳۸ ± ۰/۲۲ ^a	۱۵/۷۹ ± ۰/۵۵ ^b
درصد افزایش وزن بدن	۱۷۵/۶۶ ± ۲۷/۵۶ ^a	۱۶۶/۰۵ ± ۹/۷۴ ^a	۱۶۲/۵۳ ± ۳/۷۷ ^a	۱۰۹/۸۹ ± ۴/۷ ^b
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۲/۲۵ ± ۰/۲۷ ^a	۲/۱۷ ± ۰/۰۷ ^a	۲/۱۴ ± ۰/۰۳ ^a	۱/۶۴ ± ۰/۰۵ ^b
غذای خورده شده روزانه (درصد در روز)	۱/۲۲ ± ۰/۱ ^a	۱/۲ ± ۰/۰۴ ^a	۱/۲۲ ± ۰/۰۷ ^a	۱/۲ ± ۰/۰۷ ^a
ضریب رشد حرارتی	۱/۴۳ ± ۰/۱۷ ^a	۱/۳۶ ± ۰/۰۷ ^a	۱/۳۲ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۹۷ ± ۰/۰۲ ^b
فاکتور وضعیت	۱/۰۵ ± ۰/۰۶ ^a	۱/۰۴ ± ۰/۰۴ ^a	۱ ± ۰/۰۷ ^a	۱ ± ۰/۰۲ ^a
نسبت کارایی پروتئین (گرم/گرم)	۱/۶۹ ± ۰/۲۵ ^a	۱/۶۳ ± ۰/۱۹ ^a	۱/۶۵ ± ۰/۰۷ ^a	۱/۳۱ ± ۰/۱۴ ^a
ضریب تبدیل غذایی	۱/۶۵ ± ۰/۲۴ ^a	۱/۷ ± ۰/۱۹ ^a	۱/۶۷ ± ۰/۱۴ ^a	۲/۱۳ ± ۰/۲۳ ^a
کارایی غذا (درصد)	۶۱/۵ ± ۹/۱ ^a	۵۹ ± ۷/۰۷ ^a	۶۰ ± ۰/۶۲ ^a	۴۷/۵ ± ۴/۹ ^a
نرخ بازماندگی (درصد)	۹۳/۷۵ ± ۱/۷۷ ^a	۹۲/۵ ± ۴/۶ ^a	۹۵ ± ۱/۱۶ ^a	۹۲/۳ ± ۳/۵۳ ^a
تولید خالص ماهی (گرم)	۱۶۸۹/۴۵ ± ۵۹/۲ ^a	۱۵۵۰/۹ ± ۹۳/۶ ^a	۱۵۱۶/۲ ± ۴۶/۴ ^a	۱۱۹۶/۵ ± ۶۰/۱ ^b

تذکر: اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیرمشابه هستند اختلاف معنی داری دارند ($P < 0/05$).

پارامترهای تغذیه ای: ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی داری را نشان نداد و نتیجه مشابهی نیز در مورد کارایی غذا مشاهده گردید ($P > 0/05$)، ولی با این حال مقدار بهینه این دو فاکتور در تیمار شاهد مشاهده گردید. مطابق با آنالیز رگرسیون بین افزایش سطح اینولین در جیره و ضریب تبدیل غذایی همبستگی منفی وجود داشت ($r = -0/794$ ، $P = 0/2$). در نسبت کارایی پروتئین بین تیمارهای مورد بررسی نیز از لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ($P > 0/05$) ولی همبستگی منفی بین این پارامتر با افزایش سطح اینولین در جیره وجود داشت و این ضریب معادل $r = -0/826$ ، $P = 0/174$ تعیین گردید. همچنین همبستگی منفی بین درصد غذای خورده شده روزانه با افزایش سطح اینولین جیره وجود داشت ($r = -0/964$ ، $P = 0/076$).

بحث و نتیجه گیری

نتایج بررسی حاضر نشان داد بکارگیری سطوح مختلف پریبوتیک اینولین قابلیت تأثیر گذاری بالایی بر افزایش عملکرد رشد و کارایی تغذیه در ماهی قزل آلا پرورشی نداشت و همبستگی منفی بین پارامترهای رشد و تغذیه با افزایش سطح اینولین در جیره بدست آمد. در مقایسه بین جیره های حاوی اینولین، سطوح پایین اینولین در جیره از کارایی بیشتری در عملکرد رشد و تغذیه ماهی قزل آلا برخوردار بود. در مطالعه ای افزودن پریبوتیک لاکتوسوکروز به جیره

غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و قزل آلا نتیجه گیری شد که این ماده به میزان خیلی کمی توسط فلور روده این ماهیان مورد مصرف قرار گرفته است (Kihara & Sakata, 2001). Olsen و همکاران (۲۰۰۱)، در ماهی چار سردسیری (*Salvelinus alpinus*) مشاهده کردند بکارگیری اینولین به میزان ۱۵ درصد جیره غذایی به علت عدم تخمیر و تجزیه آن منجر به انباشت این پروبیوتیک و در نتیجه تأثیر نامطلوب و زیانبار بر سلولهای انتروسیت روده شد و احتمالاً شاید بتوان بدین وسیله کاهش عملکرد رشد ماهیان قزل آلا را در تیمار ۳ درصد اینولین توجیه نمود. نتایج بدست آمده در بررسی حاضر مبین این موضوع است که جایگزینی ۳ درصد اینولین در جیره تأثیرات مطلوبی روی وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، ضریب رشد حرارتی و تولید خالص ماهی نداشت و حداکثر میزان مطلوب اینولین در جیره ماهی قزل آلا در سطح ۱ درصد جیره بود. در این تحقیق ماهیانی که با جیره های حاوی ۱ و ۳ درصد اینولین تغذیه شده بودند از درصد غذای خورده شده کمتری در مقایسه با تیمار ۲ درصد اینولین و گروه شاهد برخوردار بودند ولی تفاوت معنی داری در این فاکتور مشاهده نگردید. این موضوع بیانگر این مطلب است که عملکرد رشد ضعیف در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۳ درصد اینولین به مطلوبیت غذا ارتباط ندارد. Li و همکاران اظهار کردند؛ افزودن ۱ و ۲ درصد پروبیوتیک نوع GrobioticTM AE و ۱ تا ۲ درصد پروبیوتیک مخمر آجو به جیره غذایی هیبرید باس مخطط (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) عملکرد رشد، کارایی تغذیه و زنده مانی بطور معنی داری افزایش یافت (Li et al., 2005). همچنین در یک بررسی مشابه القاء پروبیوتیک نوع Grobiotic[®]-A به میزان ۲ درصد جیره و پروبیوتیک مخمر آجو در سطح ۱ تا ۲ درصد در هیبرید نابالغ باس مخطط (Sub-adult hybrid Striped bass) منجر به افزایش عملکرد رشد، افزایش وزن و مقاومت بیشتر در برابر عفونت مزمن مایکوباکتریوم گردید (Li & Gatlin, 2004). Mahious و همکاران تأثیر اینولین (Raftilin ST)، الیگوفروکتوز (Raftilose P95) و لاکتوسوکروز را به عنوان پروبیوتیک روی رشد لارو ماهی کفشک (Psetta maxima) در سطوح ۲ درصد مطالعه نمودند و نتیجه گیری کردند میانگین وزن نهایی و ضریب رشد ویژه در گروه تغذیه شده با الیگوفروکتوز نسبت به سایر گروهها بالاتر بود ($P < 0.05$)، و تفاوت معنی داری بین گروه شاهد و گروه تغذیه شده با اینولین ۲ درصد مشاهده نگردید. همچنین در نرخ زنده مانی تفاوت معنی داری در هیچیک از گروههای تغذیه شده مشاهده نگردید که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت. در بررسی حاضر نیز بیشترین نرخ زنده مانی در تیمار ۲ درصد اینولین در جیره غذایی معادل ۹۵ درصد مشاهده گردید که دلیل این افزایش را می توان به از بین رفتن باکتری های مضر بوسیله تخمیر اینولین در روده و در نتیجه تولید باکتری های مفید منجمله باکتریهای اسید لاکتیک دانست که ترکیباتی همانند باکتریوسین ها را تولید می کنند و بدین طریق از رشد میکروارگانیسم های مضر دیگر جلوگیری می کنند (Mahious et al., 2005). همچنین Mahious و همکاران با مطالعه روی تاسماهی سیبری (*Acipenser baeri*) و گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) دریافتند که جیره های غذایی غنی شده با پروبیوتیکهای مذکور، باعث بهبود رشد می شوند بدین ترتیب که نرخ رشد ویژه در تاسماهی سیبری با جیره های آزمایشی حاوی اینولین و الیگوفروکتوز نسبت به گروه شاهد بیشتر بود و در گربه ماهی آفریقایی بیشترین میزان این شاخص به ترتیب در تیمارهای تغذیه شده با الیگوفروکتوز، اینولین و سلولز مشاهده گردید که با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت نمی کند (Mahious et al., 2005). افزودن اینولین به میزان ۷۵ گرم به ازای هر کیلوگرم به جیره غذایی ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Atlantic salmon* (*Salmo salar*)) همراه با مکمل دارویی آنتی بیوتیک اکسی تتراسایکلین (به میزان ۳ گرم)، در مقایسه با گروه شاهد (فاقد اینولین)، تفاوت معنی داری در وزن و طول نهایی بدست نیامد (Refstie et al., 2006). همچنین Cerezuela و همکاران (۲۰۰۸) با اضافه کردن پروبیوتیک اینولین به میزان ۵ یا ۱۰ گرم در هر کیلوگرم جیره (۰/۵ درصد یا ۱ درصد جیره) در ماهی شانک

(Sparus aurata) در شرایط آزمایشگاهی و پرورشی دریافتند که اینولین نمی‌تواند محرک ایمنی مناسبی برای این گونه باشد که با نتایج بررسی حاضر مطابقت می‌کند. برخی نتایج متفاوت در این تحقیق با یافته های دیگر محققین را شاید بتوان به نوع گونه پرورشی، اندازه، سن گونه پرورشی، مرحله تولید، شرایط بهداشتی محیط و سیستم پرورشی، رفتارهای تغذیه ای، خصوصیات فیزیولوژیک، مواد اولیه بکار رفته در تهیه جیره، فرمولاسیون جیره های غذایی، نوع پریبیوتیک مصرفی، درجه خلوص و میزان مورد استفاده آن در جیره و احتمالاً فلور میکروبی ویژه ای که قادر به استفاده از اینولین به عنوان سوبسترا هستند، ربط داد، چراکه برخی محققین اینولین را جایگزین دکسترین (RingØ *et al.*, 2006)، Mahious و همکاران اینولین را جایگزین سلولز و Refstie و همکاران اینولین را جایگزین گندم اکستروود شده در جیره کرده بودند (Refstie *et al.*, 2006). همچنین Roberfroid و همکاران گزارش کردند که اینولین استخراج شده از ریشه کاسنی که زنجیره طولانی دارد (درجه پلیمریزاسیون ۱۰ تا ۶۰ و بطور میانگین ۲۵) نسبت به الیگوفروکتوز زنجیره کوتاه (درجه پلیمریزاسیون ۲ تا ۸ و بطور میانگین ۴)، ۲ بار آهسته تر تخمیر می شود (Roberfroid, 1993). در مجموع نتایج این مطالعه حاکی از آن است که استفاده از سطوح متفاوت پریبیوتیک اینولین نمی‌تواند قابلیت تأثیر گذاری بالایی بر افزایش عملکرد رشد و تغذیه در ماهی قزل آلا داشته باشد و فقط نرخ زنده مانی را در سطح ۲ درصد اینولین تا حدی بدون تأثیر معنی دار افزایش داد. لذا بکارگیری سایر پریبیوتیک ها نظیر الیگوفروکتوز و همچنین اینولین در ترکیب با سایر مکمل های غذایی میکروبی نظیر پروبیوتیک ها که اصطلاحاً "سین بیوتیک" Synbiotic نامیده می شود، در رشد و کارایی تغذیه قزل آلا احتمالاً می‌تواند مؤثر واقع شود. سین بیوتیک ها ترکیبی از پروبیوتیک و پریبیوتیک هستند و احتمال می رود برای بهبود رشد و سلامتی ارگانیزم های آبی در پرورش متراکم مناسب باشند.

سپاسگزاری

از مدیریت محترم کارگاه تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا منطقه ماهیان فاضل آباد استان گلستان آقای مهندس ابراهیمی و کارشناس و پرسنل محترم زحمتکش آن کارگاه بدلیل مساعدت و فراهم آوردن تسهیلات لازم در اجرای این پروژه تشکر و قدردانی می شود.

فهرست منابع

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official method of analysis AOAC, Washington DC, USA. 1263P.
- Cerezuela, R. Cuesta, A. Meseguer, J. & Esteban, A. 2008. Effect of inulin on Gilthead seabream (*Sparus aurata*) innate immune parameters, *Fish & Shellfish Immunology*, 24:663-668.
- Fooks, L. J., & Gibson, G.R. 2002. Probiotic as a modulators of the gut flora. *British Journal of Nutrition, Suppl. 1*:S39-S49.
- Gibson, G. R. & Roberfroid, M. B. 1995. Dietary modulation of the colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*. 125: 1401- 1412.
- Gibson, G. R. 1998. Dietary modulation of the human gut microflora using prebiotics. *British Journal of Nutrition, Suppl. 2*: S209-S212.
- Kihara, M. & Sakata, T. 2001. Influence of incubation temperature and various saccharides on the production of organic acids and gases by gut microbes of

- Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in a micro-scale batch culture. J. Comp. Physiol., 171: 441– 447.
- Kofi, F. A. Hung, S. S. O. Liu, W. & Li, H. 1992. Growth, lipogenesis and liver composition of Juvenile white sturgeon fed different levels of D-Glucose. Aquaculture, 105: 61-72.
- Li, P. & Gatlin, D. M. 2004. Dietary brewers 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.
- Li, P. Delbert, M. & Gatlin, D. M. 2005. Evaluation of the prebiotic GroBiotic™ AE and brewers yeast as dietary supplements for Sub-adult hybrid Striped bass (*Morone chrysops* × *M.saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum*. Aquaculture, 248: 197-205.
- Mahious, A. S. & Ollevier, F. 2005. Probiotics and Prebiotics in Aquaculture: Review. 1st Regional Workshop on Techniques for Enrichment of Live Food for Use in Larviculture – AAARC, Urmia, Iran, pp: 17-26.
- 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*). Aquaculture International, 14:219-229.
- Olsen, R. E.; Myklebust, R.; Kryvi, H.; Mayhew, T. M. & RingØ, E. 2001. Damaging effect of dietary inulin on intestinal enterocytes in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Aquaculture Research, 32: 931- 934.
- Roberfroid, M. B. 1993. Dietary fiber, inulin, and oligofructose - A review comparing their physiological effects. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 33: 103-148.
- RingØ, E. Sperstad, S.; Myklebust, R.; Mayhew, T. M. & Olsen, R. E. 2006. The effect of dietary inulin on aerobic bacteria associated with hindgut of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Aquaculture Research, 37: 891- 897.
- Refstie, S.; Bakke-McKellep, A. M.; Penn, M.H.; Sundby, A.; Shearer, K.D. & Krogdahl, A. 2006. Capacity for digestive hydrolysis and amino acid absorption in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with soybean meal or inulin with or without addition of antibiotics. Aquaculture, 261: 392- 406.
- Schley, P. D. & Field, C.J. 2002. The immune-enhancing effects of dietary fibres and prebiotics. Brit. J. Nutr., 87: 221–230.