

## تأثیر پری‌بیوتیک اینولین جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، افزایش وزن بدن و نرخ بقاء در ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*)

مهدیه فدایی راینی<sup>۱\*</sup>، احسان احمدی فر<sup>۲</sup> و طیبه عنایت غلام‌پور<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> سراوان، مجتمع آموزش عالی سراوان

<sup>۲</sup> زابل، دانشگاه زابل، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

<sup>۳</sup> تهران، دانشگاه پیام نور، گروه شیلات

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۲۰

### چکیده

در مطالعه حاضر، تأثیر سطوح مختلف (۰ (گروه شاهد)، ۱، ۲ و ۳ گرم اینولین در هر کیلوگرم جیره غذایی) پری‌بیوتیک اینولین بعنوان مکمل رشد، بر شاخص‌های رشد (نرخ رشد ویژه (SGR) (Specific Growth Rate)، درصد افزایش وزن (Weight Gain) (%WG)، ضریب چاقی (CF) (Condition Factor)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) (Food Conversion Ratio) و درصد بقاء (SR) (%SR)، در ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) بمدت ۴ ماه بررسی شد. لاروها از زمان شروع تغذیه فعال تا زمان بلوغ (میانگین وزن: ۱/۶۷ گرم، میانگین طول: ۵/۴ سانتیمتر) با جیره غذایی آزمایشی تغذیه شدند. استفاده از اینولین تأثیر معنی‌داری بر نرخ بازماندگی نداشت ( $P > 0.05$ ). جیره حاوی ۳ گرم اینولین بطور معنی‌داری بهترین ضریب تبدیل غذایی را ایجاد نمود ( $P > 0.05$ ). با افزایش مقدار اینولین جیره غذایی طی دوره آزمایش، ضریب رشد ویژه ماهیان افزایش یافت. شاخص افزایش وزن بدن در بین شاخص تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد ( $P > 0.05$ ). بطوریکه بالاترین و پایین‌ترین این شاخص بترتیب در تیمار ۳ گرم اینولین و تیمار شاهد بدست آمد. بالاترین شاخص وضعیت در تیمار حاوی ۳ گرم اینولین و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد بدست آمد. در مجموع در مقایسه با دیگر پری‌بیوتیک‌ها و از جمله مانان الیگوسارید و الیگوفروکتوز و برخی دیگر از گونه‌های ماهیان نظیر ماهی خواجه و کپور معمولی، این تحقیق پیشنهاد می‌نماید افزودن ۳ گرم پری‌بیوتیک اینولین به جیره غذایی ماهی زبرا دانیو می‌تواند در بهبود شاخص‌های رشد (ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه و ضریب چاقی)، افزایش بقاء لاروها و تولید نهایی مؤثر واقع شود و این پری‌بیوتیک می‌تواند به‌عنوان یک مکمل مناسب برای جیره غذایی کپورماهیان مدنظر قرارگیرد.

**واژه‌های کلیدی:** مکمل غذایی، پری‌بیوتیک اینولین، ماهی زبرا دانیو، عملکرد رشد، بازماندگی

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۸۹۳۳۶۹۸، پست الکترونیکی: fadaimahdiye@yahoo.com

### مقدمه

جیره‌های غذایی فرموله شده برای افزایش رشد و ارتقاء سلامت ماهیان می‌باشد (۶، ۱۱ و ۱۳). نظر جدیدی که در این رابطه مطرح شده است استفاده از ترکیبات پری‌بیوتیک در جیره غذایی ماهی و میگو می‌باشد. پری‌بیوتیک‌ها عناصر غذایی (کربوهیدرات‌های) غیرقابل هضمی هستند

استفاده از پری‌بیوتیک‌ها به‌عنوان مواد غذایی غیرقابل هضم که بطور مؤثری سلامتی میزبان را از طریق تحریک و یا محدود کردن رشد باکتری‌های موجود در روده تحت تأثیر قرار می‌دهند، ایده جدیدی در آبی‌پروری می‌باشد. در حال حاضر مسأله عمده در آبی‌پروری تجاری، بهبود

پرورش‌دهندگان ماهیان زینتی، ماهی زبرا دانیو بانام علمی (*Danio rerio*) می‌باشد. ماهی زبرا دانیو گونه‌ای صلح‌جو، مقاوم و جذاب و از خانواده کپورماهیان (Cyprinidae) می‌باشد. این ماهی در مقابل نوسانات دمای آب مقاوم است و بهترین دمای آب برای این گونه ۲۴ درجه سانتیگراد می‌باشد و pH مورد نیاز برای آن ۶/۶ تا ۷/۲ می‌باشد. بهترین غذا برای نوزادان ماهی زبرا دانیو زرده تخم‌مرغ، ناپلئوس آرتمیا و یا غذاهای زنده ریز دیگر و نیز غذاهای خشک‌شده منجمد است. نوزادان پس از ۴ تا ۶ ماه به بلوغ می‌رسند. با توجه به سهولت تکثیر و تولیدمثل و رژیم غذایی همه‌چیزخواری و همچنین وسیع بودن دامنه تحمل حرارتی، این‌گونه توانسته است نظر علاقمندان زیادی را بخود جلب کند و در بسیاری از آزمایشات از آن به‌عنوان مدل آزمایشگاهی استفاده می‌کنند (۹، ۲۱ و ۲۳).

جهانجو و همکاران (۱۳۹۲) پربیوتیک مانان الیگوساکارید را در بهبود رشد و بازماندگی ماهی خواجه (*Schizothorax zarudnyi*) مطالعه نمودند. حسینی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تأثیر پری‌بیوتیک اینولین بر ماهی پاکوی قرمز (*Piaractus brachypomus*) پرداختند. اکرمی و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر پری‌بیوتیک مانان الیگوساکارید را بر رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مطالعه کردند. اسحاق زاده و همکاران (۲۰۱۵)، اکرمی و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر اینولین بر لارو ماهی کپور معمولی و Akrami و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر این پری‌بیوتیک را بر ماهی قرمز بررسی نمودند.

با توجه به اهمیت پری‌بیوتیک اینولین در تغذیه آبزیان و ضرورت تعیین مقدار مناسب این پری‌بیوتیک در جیره غذایی ماهی زبرا دانیو بعنوان یکی از مهمترین ماهیان تزئینی و نیز با توجه به سابقه پرورش این ماهی در ایران و بسیاری از کشورها، جهت بالابردن توان تولید کارگاه‌ها و از طرفی ایجاد اشتغال، تحقیق حاضر بمنظور تعیین مقدار مناسب اینولین در جیره غذایی این ماهی بعنوان نماینده‌ای

که از طریق تحریک رشد یا فعال کردن یک یا تعداد محدودی از گونه‌های باکتریایی که در روده وجود دارند، اثرات سودمندی بر میزان داشته و سلامتی آن را بهبود می‌بخشد (۱۷ و ۱۴). پری‌بیوتیک‌هایی مانند الیگوفروکتوزها و اینولین‌ها تأثیرات ناگهانی و مضر حاصل از رژیم‌های غذایی واجد نشاسته در کلون روده را محدود می‌کنند (۱۹). تحقیقات در این زمینه هنوز در آغاز راه خود قرار داشته و تعداد محدودی تحقیق در رابطه با اثر پری‌بیوتیک در ماهیان انجام‌شده است (۱۵ و ۱۷).

پری‌بیوتیک‌ها همچنین در جذب مواد معدنی از روده نقش دارند. مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که اسیدهای چرب زنجیره کوتاه سبب افزایش جذب کلسیم روده‌ای می‌شوند. در غیاب اسیدهای چرب زنجیره کوتاه جذب کاتیون‌های دو ظرفیتی در اثر استفاده از پری‌بیوتیک‌ها افزایش پیدا می‌کند (۱۷).

اینولین یک کربوهیدرات گیاهی غیرقندی پلی‌ساکاریدی است که دارای فیبر محلول بوده و از گیاهان مختلفی (نظیر سیر، پیاز، سیب‌زمینی، تره‌فرنگی، گندم، موز، گل‌کوکب و کاسنی) با درجه پلیمریزاسیون متفاوت بدست می‌آید. اگرچه اینولین یک فیبر طبیعی در جیره غذایی ماهیان نیست ولی بواسطه خواص پری‌بیوتیکی آن در تحریک باکتری‌های مفید روده و توقف رشد باکتری‌های مضر، استفاده از آن در آبی پروری ایده جالب‌توجهی می‌باشد (۱۶، ۱۹ و ۲۲).

در جهان تقریباً ۱۵۳۹ گونه ماهی زینتی وجود دارد که سالانه میزان تجارت جهانی ماهیان زینتی متجاوز از ۷۰۰۰ میلیون دلار می‌باشد (۱۰ و ۱۲). در طول چهار دهه گذشته تجارت جهانی ماهیان زینتی رشد قابل‌توجهی داشته است (۱۳ و ۱۵). همچنین تجارت ماهیان زینتی به‌عنوان یکی از فعالیت‌های مهم شیلاتی در کشور ما محسوب می‌شود که قابلیت تولید بیش از صد میلیون عدد ماهی در کشور را فراهم آورده است. یکی از ماهیان مورد پسند

روز اول آزمایش بچه ماهیان با جیره‌های آزمایشی بمیزان ۱۰ درصد وزن بدن تغذیه شدند. با توجه به این نکته که با افزایش اندازه بچه ماهیان میزان نیاز آنها به غذا به ازای درصد وزن بدن کاهش می‌یابد، در طول ۶۰ روز آخر آزمایش میزان غذادهی به ۷ درصد کاهش یافت. تغذیه ماهیان بصورت دستی و روزانه ۳ بار و بمیزان ۱۰-۷ درصد وزن بدن در کل دوره پرورش متغیر بود. جهت حفظ کیفیت آب، ۴۰ درصد حجم آب آکواریوم هر ۲ روز یکبار تعویض گردید. در طی دوره آزمایش شاخص‌های رشد (نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، ضریب چاقی (CF)، درصد افزایش وزن (%WG) و نرخ بقاء (%SR) ماهیان موردبررسی قرارگرفت. همچنین در طول دوره آزمایش، شاخص‌های رشد از روابط زیر محاسبه گردیدند (۱۶).

$100 \times \{\text{طول دوره پرورش} / (\text{لگاریتم طبیعی وزن ابتدایی} - \text{لگاریتم}$

$\text{طبیعی وزن نهایی})\} = \text{نرخ رشد ویژه} (\%)$ : رابطه (۱)

$100 \times (\text{میانگین طول استاندارد}^3 / \text{میانگین وزن}) = \text{ضریب چاقی}$

رابطه (۲):

میانگین وزن بدست آمده / میانگین غذای خورده شده = ضریب تبدیل

غذایی: رابطه (۳)

وزن اولیه - وزن نهایی = افزایش وزن بدن: رابطه (۴)

$100 \times \text{تعداد اولیه لاروها} / \text{تعداد نهایی لاروها} = \text{درصد بقاء}$ : رابطه (۵)

**روش تجزیه و تحلیل داده‌ها:** شیوه نمونه‌برداری بصورت تصادفی و در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت. آنالیز آماری با ورود داده‌های به‌دست‌آمده (پارامترهای رشد) به صفحات گسترده اکسل انجام گردید. در نرم‌افزار اکسل میانگین داده‌ها محاسبه شد. سپس در نرم‌افزار SPSS ابتدا پراکنش نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی و سپس جهت تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار از نقطه‌نظر شاخص‌های محاسبه شده با استفاده از آنالیز واریانس

از خانواده بزرگ و بااهمیت کپورماهیان و تأثیر آن بر عملکرد رشد و بقاء این ماهی انجام گرفت.

## مواد و روشها

۱۰ عدد مولد ماهی زبرا دانیو (جنس نر و ماده) بصورت جداگانه در آکواریوم‌هایی با ابعاد (۷۰×۴۰×۳۰ سانتیمتر) با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، پی-اچ معادل  $7 \pm 0.2$  قرارگرفتند و پس از دو هفته سازگاری با شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط آزمایشی، در آکواریوم‌های ویژه تخم‌ریزی قرارگرفتند. پس از گذشت ۴۸ ساعت، مولدین از آکواریوم‌های تخم‌ریزی خارج شدند. جهت انجام آزمایش، ماهیان در قالب ۴ تیمار و هر تیمار با ۳ تکرار در نظر گرفته شدند و در هر آکواریوم ۳۰ عدد لارو بطور تصادفی، قرار داده شد. تغذیه لاروها پس از جذب ۷۵ درصد کیسه زرده با زرده تخم‌مرغ و سپس با ناپلی زئوپلانکتون‌های ریز و پس از آن تغذیه با غذای بیومار که با اینولین (با دوزهای ۰ (گروه شاهد)، ۱ گرم، ۲ گرم و ۳ گرم غنی‌شده بود، صورت گرفت (۹) و بچه ماهیان بمدت ۴ ماه با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند.

جهت ساخت جیره غذایی، پری‌بیوتیک اینولین (Raftifeed IPS, Belgium) در حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر آب و ۴ گرم ژلاتین که در آن حل شده بود، اضافه گردید و بر روی جیره غذایی اسپری شد و سپس تا زمان خشک شدن جیره غذایی در معرض هوای آزاد قرارگرفت در داخل کیسه‌های پلاستیک در یخچال نگهداری شدند (۳). تمام مراحل ساخت غذا در مورد جیره گروه شاهد نیز انجام شد و فقط اینولین به غذای گروه شاهد اضافه نگردید. در هرکدام از آکواریوم‌ها یک هیتر (۲۰۰ وات) جهت کنترل دمای آب نصب گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب در طی دوره آزمایش اندازه‌گیری گردید (اکسیژن محلول:  $4.2 \pm 0.1$  میلی‌گرم در لیتر، پی-اچ:  $7.2 \pm 0.2$ ، نیتريت:  $1/58 \pm 0.2$  میلی‌گرم در لیتر، سختی کل:  $200 \pm 8/1$  میلی-گرم در لیتر، دما:  $24.5 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد). در طی ۶۰

یک‌طرفه (One Way-ANOVA) و آزمون دانکن (Duncan) در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید.

در دوره پرورش تحقیق حاضر، در جداول ۱ تا ۵ خلاصه‌شده است. براساس نتایج جدول ۱ مشخص گردید که استفاده از سطوح مختلف اینولین تأثیر معنی‌داری بر میزان نرخ بازماندگی و بقاء بچه ماهیان نداشت ( $P > 0/05$ ).

## نتایج

نتایج حاصل از مقایسه میانگین شاخص‌های رشد ماهیان

جدول ۱- میانگین درصد بازماندگی در ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) طی دوره پرورش ۴ ماهه تغذیه شده با اینولین

منابع تغییر	روز ۳۰	روز ۶۰	روز ۹۰	روز ۱۲۰
شاهد ( $T_0$ )	۹۶/۴±۷/۱۹ <sup>a</sup>	۹۷/۷±۸/۴ <sup>a</sup>	۹۹/۱۴±۷/۴ <sup>a</sup>	۹۹/۵±۸/۱ <sup>a</sup>
جیره حاوی ۱ گرم اینولین ( $T_1$ )	۹۷/۵±۷/۵ <sup>a</sup>	۹۸/۹±۷/۷۲ <sup>a</sup>	۹۹/۷۱±۸/۸ <sup>a</sup>	۱۰۰±۹/۷ <sup>a</sup>
جیره حاوی ۲ گرم اینولین ( $T_2$ )	۹۸/۷±۷/۴ <sup>a</sup>	۹۹/۵±۸/۱۱ <sup>a</sup>	۹۹/۸±۸/۱۴ <sup>a</sup>	۱۰۰±۹/۷۲ <sup>a</sup>
جیره حاوی ۳ گرم اینولین ( $T_3$ )	۹۹/۷/±۸/۲۵ <sup>a</sup>	۱۰۰±۷/۲۸ <sup>a</sup>	۱۰۰±۷/۳۲ <sup>a</sup>	۱۰۰±۷/۵ <sup>a</sup>

حروف انگلیسی یکسان در هر ستون بیانگر وجود عدم اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

ویژه ماهیان افزایش یافت ( $P < 0/05$ ) بطوریکه بالاترین ضریب رشد ویژه در تیمار حاوی ۳ گرم اینولین بدست آمد.

بر طبق داده‌های ارائه‌شده در جدول ۲، مشخص گردید که تیمار T3 بطور معنی‌داری بهترین ضریب تبدیل غذایی را در ماهی زبرا دانیو ایجاد نمود ( $P < 0/05$ ).

بر طبق اطلاعات جدول ۳ مشخص گردید که با افزایش مقدار اینولین جیره غذایی طی دوره آزمایش، ضریب رشد

جدول ۲- میانگین ضریب تبدیل غذایی (FCR) ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) طی دوره پرورش ۴ ماهه تغذیه شده با اینولین

منابع تغییر	روز ۳۰	روز ۶۰	روز ۹۰	روز ۱۲۰
شاهد ( $T_0$ )	۰/۲۵۰±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۰۷۳±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۰۸۸±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۰۹۵±۰/۰۵ <sup>a</sup>
جیره حاوی ۱ گرم اینولین ( $T_1$ )	۰/۰۸۱±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۰۸۰±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۰۸۹±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۰۹۴±۰/۰۲ <sup>b</sup>
جیره حاوی ۲ گرم اینولین ( $T_2$ )	۰/۰۷۵±۰/۰۳ <sup>c</sup>	۰/۰۸۱±۰/۰۳ <sup>c</sup>	۰/۰۸۵±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۰/۰۸۰±۰/۰۲ <sup>c</sup>
جیره حاوی ۳ گرم اینولین ( $T_3$ )	۰/۰۸۱±۰/۰۵ <sup>c</sup>	۰/۰۸۹±۰/۰۴ <sup>d</sup>	۰/۰۷۶±۰/۰۵ <sup>c</sup>	۰/۰۶۸±۰/۰۵ <sup>d</sup>

حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

جدول ۳- میانگین ضریب رشد ویژه (SGR) ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) طی دوره پرورش ۴ ماهه تغذیه شده با اینولین

منابع تغییر	روز ۳۰	روز ۶۰	روز ۹۰	روز ۱۲۰
شاهد ( $T_0$ )	۰/۰۳۵±۰/۰۰۳ <sup>a</sup>	۰/۰۲۵±۰/۰۰۲ <sup>a</sup>	۰/۰۲۳±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	۰/۰۲۰±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>
جیره حاوی ۱ گرم اینولین ( $T_1$ )	۰/۰۷۰±۰/۰۰۴ <sup>b</sup>	۰/۰۴۰±۰/۰۰۲ <sup>b</sup>	۰/۰۳۷±۰/۰۰۲ <sup>b</sup>	۰/۰۲۶±۰/۰۰۱ <sup>b</sup>
جیره حاوی ۲ گرم اینولین ( $T_2$ )	۰/۰۸۰±۰/۰۰۵ <sup>c</sup>	۰/۰۴۲±۰/۰۰۳ <sup>c</sup>	۰/۰۴۰±۰/۰۰۳ <sup>c</sup>	۰/۰۳۱±۰/۰۰۲ <sup>b</sup>
جیره حاوی ۳ گرم اینولین ( $T_3$ )	۰/۰۸۲±۰/۰۰۵ <sup>c</sup>	۰/۰۴۵±۰/۰۰۳ <sup>c</sup>	۰/۰۴۲±۰/۰۰۳ <sup>c</sup>	۰/۰۳۲±۰/۰۰۲ <sup>b</sup>

حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

جدول ۴- میانگین درصد افزایش وزن بدن در ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) طی دوره پرورش ۱۲۰ روزه تغذیه شده با اینولین

منابع تغییر	روز ۱۲۰
شاهد (T <sub>0</sub> )	۲۲۱/۹۲±۱۸/۷۱ <sup>a</sup>
جیره حاوی ۱ گرم اینولین (T <sub>1</sub> )	۴۰۸/۱۸۹±۲۲/۵۵ <sup>b</sup>
جیره حاوی ۲ گرم اینولین (T <sub>2</sub> )	۵۱۲/۵۵۱±۳۴/۲۸ <sup>c</sup>
جیره حاوی ۳ گرم اینولین (T <sub>3</sub> )	۵۱۲/۵۸۳±۳۴/۲۱ <sup>c</sup>

حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

جدول ۵- میانگین شاخص وضعیت (CF) ویژه ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) طی دوره پرورش ۴ ماهه تغذیه شده با اینولین

منابع تغییر	روز ۳۰	روز ۶۰	روز ۹۰	روز ۱۲۰
شاهد (T <sub>0</sub> )	۲/۲۶۳±۰/۰۱۹ <sup>a</sup>	۲/۵۱۰±۰/۰۱۳ <sup>a</sup>	۳/۰۴۲±۰/۰۱۱ <sup>a</sup>	۳/۵۲۴±۰/۰۱۳ <sup>a</sup>
جیره حاوی ۱ گرم اینولین (T <sub>1</sub> )	۳/۳۹۱±۰/۰۲۶ <sup>a</sup>	۲/۵۷۲±۰/۰۱۲ <sup>b</sup>	۳/۱۵۰±۰/۰۱۴ <sup>b</sup>	۳/۷۲۸±۰/۰۱۲ <sup>b</sup>
جیره حاوی ۲ گرم اینولین (T <sub>2</sub> )	۳/۱۵۱±۰/۰۱۸ <sup>a</sup>	۲/۹۶۰±۰/۰۱۱ <sup>b</sup>	۳/۲۰۸±۰/۰۱۵ <sup>c</sup>	۳/۸۶۳±۰/۰۱۶ <sup>c</sup>
جیره حاوی ۳ گرم اینولین (T <sub>3</sub> )	۳/۲۴۳±۰/۰۱۶ <sup>a</sup>	۲/۹۸۸±۰/۰۱۳ <sup>b</sup>	۳/۷۱۵±۰/۰۱۲ <sup>c</sup>	۳/۸۹۶±۰/۰۱۱ <sup>c</sup>

حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

## بحث

باوجود 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 (۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۱).

بررسی منابع مشخص نمود این مطالعه اولین پژوهش در خصوص اثر اینولین جیره غذایی در ماهی زبرا دانیو می‌باشد که نشان داد افزودن ۳ گرم اینولین در هر کیلوگرم جیره غذایی می‌تواند در بهبود عملکرد رشد، تولید نهایی و درصد بازماندگی مؤثر واقع شود.

براساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، استفاده از سطوح مختلف اینولین تأثیر معنی‌داری بر میزان نرخ بازماندگی و بقاء بچه ماهیان نداشت ( $P > 0/05$ ). SGR می‌تواند نشان‌دهنده قابلیت جیره در افزایش رشد ماهی

زبرا دانیو باشد که به شاخص‌هایی مانند افزایش وزن و میزان مصرف غذا در طول دوره پرورش وابسته است (۴) و (۸). در این بررسی نیز حداقل مقدار FCR در تیمار T3 و بیش‌ترین مقدار در تیمار T0 مشاهده گردید و تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تغذیه‌ای مشاهده گردید ( $P < 0/05$ ) (جدول ۲). در تحقیق حاضر، فاکتور وضعیت (CF) در ماهیانی که با جیره‌های آزمایشی تغذیه شده بودند، بطور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) بالاتر از گروه شاهد بود.

محققین با مطالعه روی تاسماهی سبیری و گربه‌ماهی آفریقایی دریافتند که جیره‌های غذایی غنی‌شده با پری-بیوتیک سبب بهبود رشد می‌شوند (۱۷) که با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت دارد. بطوریکه در تحقیق حاضر، بالاترین میزان SGR در تیمار T3 در روز سی‌ام و پایین‌ترین میزان این شاخص در تیمار T0 بدست آمد (جدول

اکرمی و همکاران (۱۳۹۳) بیان نمودند افزودن پری‌بیوتیک مانان الیگوساکارید سبب بهبود عملکرد رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) می‌گردد که علت این افزایش رشد و بهبود کارایی تغذیه را به از بین رفتن باکتری‌های مضر در اثر تخمیر مانان الیگوساکارید در روده و در نتیجه تولید باکتری‌های مفید از جمله باکتری‌های اسیدلاکتیک مربوط دانستند که ترکیباتی همانند باکتریوسین‌ها را تولید می‌کنند و بدین طریق از رشد میکروارگانیزم‌های دیگر در روده جلوگیری می‌کنند (۷ و ۹).

اسحاق زاده و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر اینولین جیره غذایی در لارو ماهی کپور معمولی، اختلاف معنی‌داری به لحاظ شاخص‌های رشد در بین تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد مشاهده نکردند ( $P < 0/05$ ) که با نتایج تحقیق حاضر در رابطه با ماهی زبرا دانیو همسو نمی‌باشد ولیکن این محققین بیان نمودند که اینولین موجود در جیره غذایی سبب افزایش نرخ بقاء در ماهیان گردید ( $P < 0/05$ ) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

اکرمی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی تأثیر مکمل غذایی اینولین در بچه ماهیان کپور معمولی مشاهده نمودند اضافه نمودن اینولین بمیزان ۱/۵ درصد به جیره می‌تواند در افزایش رشد و بازماندگی آن‌ها تأثیر مثبتی داشته باشد (۱).

جهانجو و همکاران (۱۳۹۲) مشاهده نمودند افزودن ۳ گرم پریبیوتیک مانان الیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره غذایی می‌تواند در بهبود رشد و بازماندگی ماهی خواجه (*Schizothorax zarudnyi*) تأثیر معنی‌داری داشته باشد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. با توجه به اینکه ماهیان مورد بررسی در تحقیق حاضر و تحقیق انجام شده توسط جهانجو و همکاران (۱۳۹۲) هر دو مربوط به خانواده کپور ماهیان می‌باشند و در هر دو تحقیق نیز جیره حاوی ۳ گرم پریبیوتیک در هر کیلوگرم غذا مطلوبترین نتیجه را در برداشت.

۳) بطوریکه با افزایش مقدار اینولین جیره غذایی طی دوره آزمایش، SGR ماهیان افزایش یافت.

شاخص افزایش وزن بدن در ماهی زبرا دانیو در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نشان داد ( $P < 0/05$ ). بالاترین و پایین‌ترین این شاخص بترتیب در تیمار T3 و تیمار T0 بدست آمد (جدول ۴).

استفاده از ضریب چاقی (CF) جهت بیان رابطه طول-وزن ماهی روشی مناسب می‌باشد که می‌توان از این شاخص بمنظور بررسی تغییرات جثه ماهی در طول دوره پرورش استفاده نمود (۱۱). همچنین شاخصی مفید و مناسب در بررسی‌های رژیم غذایی ماهیان و مطالعات زیست‌شناختی می‌باشد (۵ و ۷). در تحقیق حاضر بالاترین CF در تیمار T3 و کمترین مقدار آن در تیمار T0 بدست آمد (جدول ۵). شاخص وضعیت ماهیان بین تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار نشان داد ( $P < 0/05$ ).

لارو ماهی توربوت با جیره‌های آزمایشی در سطح ۲ درصد از پری‌بیوتیک‌های الیگوفروکتوز و اینولین و گروه شاهد نیز با سطح ۲ درصد سلولز بعنوان منبع کربوهیدرات مورد تغذیه قرار گرفتند. میانگین وزن نهایی و SGR در گروه تغذیه شده با الیگوفروکتوز نسبت به سایر گروه‌ها بالاتر بود و تفاوت معنی‌داری بین گروه شاهد و گروه تغذیه شده با اینولین ۲ درصد مشاهده نگردید که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی ندارد (۱۸). همچنین در نرخ زنده‌مانی تفاوت معنی‌داری در هیچ‌یک از گروه‌های تغذیه شده مشاهده نگردید که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت.

حسینی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی تأثیر پری‌بیوتیک اینولین جیره غذایی در بچه ماهیان پاکوی قرمز (*Piaractus brachypomus*) مشاهده نمودند اینولین ۲ درصد باعث افزایش وزن نهایی و SGR و بهبود FCR می‌گردد ( $P < 0/05$ ).

بطور کلی با توجه به نتایج تحقیق حاضر و مقایسه با نتایج سایر محققین در خصوص دیگر پری‌بیوتیک‌ها و از جمله مانان الیگوسارید و الیگوفروکتوز، می‌توان جیره حاوی ۳ گرم پری‌بیوتیک اینولین را برای خانواده کپور ماهیان و از جمله ماهی زبرا دانید که در تحقیق حاضر مورد بررسی قرار گرفت، پیشنهاد نمود. همچنین با توجه به اهمیت ماهی زبرا دانید در صنعت تکثیر و پرورش ماهیان تزئینی، نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر پاسخگوی نیازهای تمامی مراکز تکثیر و پرورش ماهیان تزئینی در کشور و خارج از آن می‌باشد و از آنجائیکه پری‌بیوتیک اینولین سبب بهبود شاخص‌های رشد (FCR, SGR, CF) و افزایش بقاء بچه ماهیان گردید، می‌توان تولید و تکثیر این ماهی را بطور چشمگیری افزایش داد و صنعت آبزیان زینتی را رونق فراوان بخشید.

از آنجا که بررسی عملکرد رشد و درصد بقاء با افزودن پری‌بیوتیک‌ها به جیره در ماهی زبرا دانید در شرایط پرورشی در ابتدای راه می‌باشد، تحقیقات بیشتر در آینده برای تعیین نیازهای غذایی این‌گونه بمنظور بهبود شاخص‌های رشد مورد نیاز می‌باشد.

این مقاله از اعتبارات در قالب طرح پژوهشی در مجتمع آموزش عالی سراوان استفاده کرده است.

آفتابگرد و همکاران (۱۳۹۲) به مطالعه اثرات پری بیوتیک ایمنواستر بر فاکتورهای بیومتریکی بر با تأکید بر وزن و طول بچه ماهیان ماهیان انگشت قد ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frissi kutum*) پرداختند. نتایج این محققین نشان داد که سطوح مورد مطالعه پری‌بیوتیک ایمنواستر (۰، ۲ و ۴ درصد) تأثیر قابل توجهی بر عملکرد رشد در بچه ماهیان نداشت درحالی‌که بعنوان یک محرک ایمنی بسیار مهم مطرح می‌باشد.

طاعتی و همکاران (۱۳۹۳) شاخصهای رشد و درصد بقاء را در فیل ماهی پرورشی تغذیه شده با پریبیوتیک ایمنواستر (۰، ۱، ۳٪) بررسی نمودند و مشاهده کردند که پس از ۸ هفته تغذیه ماهیان با جیره‌های آزمایشی، شاخص‌های وزن نهایی، طول نهایی، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، میانگین رشد روزانه، ضریب کارایی غذایی و ضریب چاقی در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۳٪ پریبیوتیک ایمنواستر اختلافات معنی‌داری نسبت به گروه شاهد نشان داد و نتیجه گرفتند که پریبیوتیک ایمنواستر در سطوح ۱٪ و ۳٪ نقش مهمی را در افزایش عملکرد رشد و کارایی تغذیه فیل ماهیان جوان داشته است که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد بطوریکه پریبیوتیک اینولین نیز سبب افزایش درصد بازماندگی و بهبود شاخص‌های رشد در ماهی زبرا دانید گردید.

## نتیجه‌گیری

## منابع

- ۱- اکرمی، ر.، زارعی، ا.، قلیچی، ا.، ۱۳۹۰. تأثیر مکمل غذایی اینولین بعنوان پری بیوتیک بر شاخص‌های رشد، بازماندگی، تراکم باکتریهای اسیدلاکتیک روده و ترکیب لاشه بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر. سال پنجم، شماره چهارم. صفحات ۱۶-۱.
- ۲- اکرمی، ر.، قلیچی، ا.، و منوچهری، ح.، ۱۳۹۳. تأثیر اینولین جیره غذایی بعنوان پری بیوتیک بر عملکرد رشد و بقاء جونایل قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علوم دریایی و تکنولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۹.
- ۳- آفتابگرد، م.، زمینی، ع.ع.، ارشاد لنگرودی، ه. و میراعلمی، ن. ۱۳۹۲. مطالعه اثرات پری بیوتیک ایمنواستر بر فاکتورهای بیومتریکی با تأکید بر وزن و طول و تشخیص افتراقی لوکوسیت‌ها در بچه ماهیان ماهیان انگشت قد ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frissi kutum*). مجله پژوهش‌های جانوری (زیست‌شناسی ایران)، ۲۶(۳): ۲۵۴-۲۴۵.

- ۴- جهانجو، و.، قرانی، ا.، و اکرمی، ر.، ۱۳۹۲. تأثیر سطوح مختلف پریبیوتیک مانان الیگوساکارید بر شاخص های رشد، بازماندگی و ترکیب بدن ماهی خوجا (*Schizothorax zarudnyi*). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر، سال هفتم، شماره چهارم، صفحات ۳۶-۲۷.
- ۵- حسینی، س.ح.، سوری نژاد، ا.، آشوری، ص.، مرادی نسب، ا.م.، ۱۳۹۳. اثر سطوح مختلف مکمل اینولین در جیره غذایی بر عملکرد رشد، بقا و برخی شاخص های خونی در بچه ماهیان پاکوی قرمز (*Piaractus brachypomus*). مجله بوم‌شناسی آبزیان، ۴(۱): ۴۴-۵۰.
- ۶- ستاری، م.، ۱۳۸۱. ماهی‌شناسی (۱) تشریح و فیزیولوژی، انتشارات نقش مهر. چاپ اول، تهران. صفحه ۶۶۲.
- ۷- طاعتی، ر.، سلطانی، م.، و بهمنی، م. ۱۳۹۳. ارزیابی شاخصهای رشد، بقا و ترکیب لاشه فیل پرورشی (*Huso huso*) تغذیه شده با پریبیوتیک ایمونواستر. مجله پژوهش‌های جانوری (زیست‌شناسی ایران)، ۲۷(۱): ۷۹-۷۱.
- ۸- علمداری، ر.، ۱۳۹۰. تأثیر کاروتنوئیدهای طبیعی چغندر لبویی و کلم برگ قرمز بر میزان رنگ پذیرگی پوست و رشد ماهی قرمز (*Carassius auratus*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۸۷ صفحه.
- 9- Akrami R., Rahnema, B., Chitsaz, H., and Razeghi Mansour, A., 2015. Effects of dietary inulin on growth performance, survival, body composition, stress resistance and some hematological parameters of Gibel carp juveniles (*Carassius auratus gibelio*). Iranian Journal of Fisheries Sciences. 14(4):1072- 1082.
- 10- Alestrom, P., Holter, J.L., and Nourizadeh-Lillabadi, R., 2006. Zebra fish in functional genomics and aquatic biomedicine. Trend Biotechnol. 24: 15-21.
- 11- Biswas, S.P. 1993. Manual of Method in Fish Biology. – South Asian Publication, Pvt.Ltd. New Dehli, International Book co. 145 pp.
- 12- Chapman, F.A., Fitz-coy, S.A., Thunberg, E.M., and Adams, C.M., 2007. United States of America Trade in Ornamental Fish. Journal of the World Aquaculture Society. 28 (1): 1-10.
- 13- Chebanov, M., Billard, R., 2001. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. Aquatic Living Resources. 14: 375-381.
- 14- Eshaghzadeh, H., Hosseinifar, S.H., Vahabzadeh, H., and Ringo, E., 2015. The effect of dietary inulin on growth performances, survival and digestive enzyme activities on common carp (*Cyprinus carpio*) fry. Journal of Aquaculture Nutrients. 21: 242-247.
- 15- Ghosh, S., Sinha, A., and Sahu, C., 2007. Effect of probiotic on reproductive performance in female livebearing ornamental fish. Aquaculture Research. 38: 518-526.
- 16- 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.
- 17- 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.
- 18- Luz, R.K., martinez-Alvarez, R.M., Pedro, D., and Delgado, N., 2008. Growth, Food intake and metabolic adaptations in gold fish (*Carassius auratus*) exposed to different salinities. Journal of Aquatic. 276: 171-178.
- 19- Mahious, A.S., and Ollevier, F., 2005. Probiotics and Prebiotics in Aquaculture: Review. 1st Regional Workshop on Techniques for Enrichment of Live Food for Use in Larviculture- AAARC, P: 17-26 (Urmia, Iran).
- 20- Mahious, A.S., Gatesoupe, F.J., Hervi, M., Metailler, R., and Ollevier, F., 2005. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture International. 14: 219-229.
- 21- Respondek, F., Goachet, A.G., and Julliand, V., 2006. Effect of short chain fructooligosaccharides on biochemical disturbances occurring in the hindgut of horses following an abrupt diet change. European Society of Veterinary and Comparative Nutrition, Nantes, France. 134 p.
- 22- Roberfroid, M.B., Van Loo, J.A., and Gibson, E.R., 1998. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. Journal of Nutrition. 28: 11-22.
- 23- Spitsbergen, J.M., and Kent, M.L., 2003. The state of the art of the zebra fish model for toxicology and toxicologic pathology research: Advantages and limitations. Toxicologic Pathology. 31:62-87.



## Effects of dietary prebiotic Inulin on growth indices, weight gain and survival rate in Zebrafish (*Danio rerio*)

Fadaee Raienee M.<sup>1</sup>, Ahmadifar E.<sup>2</sup> and Enayat Gholampour T.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Higher Educational Complex of Saravan, Saravan, I.R. of Iran

<sup>2</sup> Fisheries Dept., Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, I.R. of Iran

<sup>3</sup> Fishery Dept., Payame Noor University (PNU), Tehran, I.R. of Iran

### Abstract

In this study, the effects of different levels (control group (0), 1, 2 and 3 gr Inulin per Kg diet) of prebiotic Inulin as nutritional supplement were investigated on growth indices (Specific growth rate, Weight gain, Condition factor, Food conversion rate and Survival rate) on Zebra fish for 4 months. Larvae were fed with experimental diets from the beginning of feeding until adult (adolescence) (average weight: 67.1 g, length: 4.5 cm). Different levels of inulin had no significant effect on rate survival ( $P < 0.05$ ). Diet containing 3 gr inulin significantly caused the best FCR ( $P < 0.05$ ). By increasing the inulin diet during the experiment, specific growth rate increased. Body weight gain had significant differences ( $P < 0.05$ ) as the highest and the lowest were observed in treatment 3 gr of inulin and control, respectively. The highest Condition factor was observed in 3 gr of inulin and the lowest obtained in control group. Overall in compared to other prebiotics such as oligosaccharide and oligofructose and other fish such as Transcaspian marinka and Common carp, this study proposed that adding 3 gr inulin in Zebra fish diet can improve the performance of the growth indices (FCR, SGR and CF), and increase larvae survival and final biomass, also this prebiotic can be considered as a suitable supplement for Cyprinidae diet.

**Key words:** Nutritional Supplement, Prebiotic Inulin, *Danio rerio*, Specific Growth Performance, Survival