

## تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک اینولین جیره غذایی بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه در ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

\* حامد غفاری فارسانی<sup>۱</sup>، سیدعلی اکبر هدایتی<sup>۲</sup> و قاسم رشیدیان<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری شیلات، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران،

<sup>۲</sup> دانشیار دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری شیلات، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۲

### چکیده

در این پژوهش عملکرد پربیوتیک اینولین بر شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه ماهی قزل‌آلائی رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مورد بررسی قرار گرفت. پربیوتیک اینولین در ۳ سطح ۱، ۲ و ۳ درصد به جیره غذایی اضافه گردید و جیره فاقد پربیوتیک برای تغذیه گروه شاهد مورد استفاده قرار گرفت. هر جیره به صورت تصادفی برای ماهیان با وزن اولیه تقریبی  $20/57 \pm 0/78$  گرم در سه تکرار اختصاص داده شد. بعد از ۶۰ روز تغذیه، وزن نهایی ماهیان تغذیه شده با ۱ و ۲ درصد پربیوتیک به صورت معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) بالاتر از ماهیان گروه شاهد بود. ضریب تبدیل غذایی در تمام تیمارهای تغذیه شده با پربیوتیک به صورت معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) پایین‌تر از ماهیان گروه شاهد بود که در تیمار ۳ درصد کم‌ترین مقدار را دارا بود. ضریب رشد ویژه در ماهیان تغذیه شده با پربیوتیک بیش‌تر از گروه کنترل بوده است ( $P < 0/05$ ). در آنالیز تقریبی لاشه، میزان پروتئین افزایش معنی‌داری نسبت به گروه شاهد نشان داد و بیش‌ترین مقدار هم در تیمار ۱ و ۲ درصد مشاهده شد. میزان چربی و خاکستر لاشه هم به طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش یافت و کم‌ترین میزان، در تیمار ۲ درصد مشاهده شد. نتایج این آزمایش نشان‌دهنده این است که افزودن پربیوتیک اینولین به میزان ۲ درصد دارای اثرات مثبتی بر شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه در ماهی قزل‌آلائی رنگین‌کمان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پربیوتیک، ترکیب بیوشیمیایی لاشه، رشد، ماهی

### مقدمه

دستیابی به راهکارهایی که افزایش بازدهی رشد و بازماندگی را به همراه داشته باشد، از اهداف مهم آبزی‌پروری نوین به‌شمار می‌رود. بسیاری از پژوهشگران معتقدند که جیره‌های غذایی که سبب رشد و بازماندگی بالاتر می‌شوند، منجر به افزایش مقاومت موجود در برابر آزمایش‌های استرس نیز خواهد شد. امروزه توجه زیاد مصرف‌کنندگان به سلامتی موجب

استفاده از مواد غذایی مؤثر در بهبود سلامتی و کاهش بروز بیماری‌ها شده و افزایش اهمیت انواع خاصی از کربوهیدرات‌ها تحت عنوان الیگوساکاریدهای غیرقابل هضم شده است. از آنجایی که این ترکیبات در مصرف‌کننده خواص فیزیکیوشیمیایی و فیزیولوژی مفیدی را به دنبال دارند، در حال حاضر استفاده از این مواد غذایی به سرعت رو به افزایش است (Khosravi و همکاران، ۲۰۱۰).

\* نویسنده مسئول: hamed\_ghafari@alumni.ut.ac.ir

اینولین یک الیگوساکارید غیرقابل هضم گیاهی است که فیبر محلول دارد و از گیاهان مختلف (مانند: سیر، پیاز، سیبزمینی، تره‌فرنگی، گندم، موز، گل کوب و کاسنی) با درجه پلیمریزاسیون متفاوت به دست می‌آید (Roberfroid, ۱۹۹۳). اگرچه اینولین یک فیبر طبیعی در جیره غذایی ماهیان نیست ولی، به واسطه خواص پروبیوتیکی آن در تحریک باکتری‌های مفید روده و توقف رشد باکتری‌های مضر، استفاده از آن در آبی‌پروری ایده جالب توجهی است (Ringo و همکاران، ۲۰۰۶).

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) یکی از مهم‌ترین گونه‌های آزاد ماهیان، با ارزش اقتصادی بالا برای پرورش جهانی بوده و بخش بزرگی از میزان تولید آبی‌زبان را به خود اختصاص داده و در کشور ایران پرورش داده می‌شود و به‌عنوان غذای انسان ارزش بالایی دارد (Azewedo و همکاران، ۲۰۰۴).

پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه به‌کارگیری اینولین بر عملکرد تولید، رشد و بقای ماهیان نتایج متفاوتی داشته که می‌توان به چند مورد مانند ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) (Ibrahem و همکاران، ۲۰۱۰)، بچه‌ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) (Khosravi و همکاران، ۲۰۱۰) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Akrami و همکاران، ۲۰۰۹؛ Akrami و همکاران، ۲۰۱۲) و بچه‌ماهی کپور (*Eshaghzadeh* و همکاران، ۲۰۱۵) اشاره کرد. در پژوهش حاضر تأثیر استفاده از سطوح مختلف پروبیوتیک اینولین در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه ماهی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

در این راستا پژوهشگران در دهه‌های اخیر توجه خود را به استفاده از افزودنی‌هایی در جیره جهت افزایش تولید معطوف داشته‌اند. از جمله این افزودنی‌ها می‌توان به آنزیم‌ها، پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، پروتئین‌های تک‌سلولی (SCP)؛ مخمر و ... اشاره نمود (افشار، ۱۳۸۶).

امروزه استفاده از مکمل‌های غذایی مانند پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها و ترکیبی از آن‌ها (سین‌بیوتیک) به‌عنوان جایگزینی مناسب برای روش‌های درمانی قبلی مانند آنتی‌بیوتیک درمانی و استفاده از داروهای ضد میکروبی مطرح گردیده است (Lauzon و همکاران، ۲۰۱۴؛ Romero و همکاران، ۲۰۱۲).

پروبیوتیک جهت داشتن اثر مثبت باید دارای خصوصیتی باشد از جمله: در بخش‌های بالای دستگاه گوارش جذب یا هیدرولیز نشود، توسط باکتری‌های مفید بومی دستگاه گوارش قابلیت تخمیر شدن داشته باشد، توانایی تغییر ترکیب فلور باکتریایی روده‌ای به سمت ترکیبی سالم‌تر را داشته باشد و در نهایت دارای اثر سودمند بر میزبان مصرف‌کننده باشد. جهت شناخت بیش‌تر از معیارهای مورد نیاز ترکیبات پروبیوتیک باید نیازهای غذایی باکتری‌های مفید روده را شناسایی نمود و در تهیه ترکیب پروبیوتیک به‌کار برد. طبق پژوهش‌های به‌عمل آمده کربوهیدرات‌ها، مواد غذایی مهم و ضروری برای باکتری‌ها می‌باشند. به همین دلیل عمده ترکیبات پروبیوتیک‌ها از کربوهیدرات‌ها می‌باشند (Mahious و Frans، ۲۰۰۵؛ Roberfroid، ۲۰۰۷؛ Gibson و همکاران، ۲۰۰۴).

پروبیوتیک‌ها اجزای غذایی غیرقابل هضمی هستند که از طریق تغییر توازن باکتریایی میکروبیوتای روده‌ای به سمت باکتری‌های بالقوه مفید سبب بهبود وضعیت سلامت و ایمنی میزبان می‌شوند (Gibson و همکاران، ۲۰۰۴).

- 1- Probiotics
- 2- Prebiotics
- 3- Single Cell Protein

## مواد و روش‌ها

آماده‌سازی ماهیان مورد آزمایش: این پژوهش در بهار ۱۳۹۵ در کارگاهی خصوصی در شهر کرج بر روی ۳۶۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی  $20/57 \pm 0/78$  گرم انجام شد. اندازه‌گیری عوامل کیفی آب هم‌چون دمای آب، اکسیژن محلول و pH به‌صورت هفتگی انجام گرفت. در طول دوره پرورش میانگین دمای آب  $15/38 \pm 0/75$  درجه سانتی‌گراد، pH آب برابر  $7/18 \pm 0/42$  و اکسیژن محلول  $8/28 \pm 0/74$  میلی‌گرم بر لیتر محاسبه گردید.

قبل از ذخیره‌سازی، تانک‌ها به‌وسیله مواد ضدعفونی مانند هیپوکلریت سدیم کاملاً ضدعفونی، سپس با آب شستشو داده شدند. ماهیان نیز ابتدا با محلول نمک ۴ درصد به‌مدت یک دقیقه ضدعفونی شدند. ماهی‌های تهیه شده از کارگاه به‌مدت یک هفته در این تانک‌ها نگهداری و با جیره ساخته شده فاقد پربیوتیک غذادهی شدند تا عمل سازگاری صورت پذیرد و پس از آدپتاسیون در داخل ۱۲ تانک ۱۰۰ لیتری (آبگیری ۷۰ لیتر) به تعداد ۱۰ عدد در هر تانک قرار گرفتند.

پربیوتیک استفاده شده در این آزمایش شامل اینولین (رافتیلین اس- تی) است که فروکتان‌های خطی (۱→۲)  $\beta$  می‌باشد. رافتیلین شکل استاندارد اینولین استخراج‌شده از ریشه گیاه کاسنی می‌باشد و درجه پلیمریزاسیون آن ۶۰-۲۰ درصد است. حداقل میزان فروکتان‌های تضمین‌شده توسط کارخانه ORAFTI ۹۰ درصد است. ترکیبات دیگر آن شامل گلوکز، فروکتوز و ساکارز می‌باشد. این پربیوتیک از شرکت ORAFTI کشور بلژیک تهیه گردید.

تهیه پلت‌های حاوی اینولین، ترکیب جیره و نحوه غذادهی: برای تهیه پلت‌های حاوی پربیوتیک اینولین، از روش Wache و همکاران (۲۰۰۶) استفاده شد که مطابق این روش اینولین در میزان‌های وزنی موردنظر ۱، ۲ و ۳ درصد وزن غذا، از طریق روغن ماهی کاد

(۳۲ میلی‌لیتر به‌ازای هر کیلوگرم غذا) پوشش‌دار و سوسپانسیون حاوی اینولین و روغن ماهی کاد به غذا اسپری شد (Wache و همکاران، ۲۰۰۶). تیمار چهارم گروه شاهد بود که هیچ‌گونه مکملی به آن اضافه نشد. آزمایش در ۳ تکرار در نظر گرفته شد. جیره غذایی استفاده شده در این مطالعه جیره پیش پرواری (FFT2) شرکت فرادانه با اندازه  $3 \pm 0/3$  میلی‌متر با ترکیب پروتئین شامل ۴۴ درصد، چربی ۱۴، رطوبت ۸، خاکستر ۱۰ درصد و فسفر ۱ درصد بود. جیره‌ها پس از آماده شدن در ظروف پلاستیکی، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و دور از نور قرار داده شده و برای غذادهی به ماهیان استفاده شد. غذادهی ماهیان در حد سیری و در ۳ وعده در ساعات ۸، ۱۴ و ۲۰ به‌مدت ۶۰ روز انجام گردید. مدفوع و دیگر مواد باقی‌مانده هر روز از مخازن سیفون شدند.

سنجش پارامترهای رشد: برای بررسی رشد ماهیان و مقایسه بین تیمارها در انتهای آزمایش از شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، شاخص رشد ویژه و درصد بازماندگی استفاده شد که با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه گردید (Misra و همکاران، ۲۰۰۶):

$$(WG) = W_2 - W_1 \text{ افزایش وزن بدن}$$

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

$$SGR \text{ شاخص رشد ویژه} = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{\text{دوره پرورش به روز}} \times 100$$

$$\text{بازماندگی} = \frac{\text{تعداد ماهیان ابتدای دوره}}{\text{تعداد ماهیان باقی‌مانده در انتهای دوره}} \times 100$$

که در آن،  $W_1$ : وزن اولیه (گرم) و  $W_2$ : وزن ثانویه (گرم).

بدن در تیمارهای مختلف به کمک آنالیز واریانس یکطرفه انجام شد و سپس مقایسه‌های چندگانه تیمارها نیز با آزمون دانکن صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS در سطح ۵ درصد و رسم نمودارها در نرم‌افزار Excel انجام شد.

### نتایج

**شاخص‌های رشد:** نتایج نشان داد که افزودن پربیوتیک در جیره به ترکیب غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان سبب بهبود شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه و کاهش ضریب تبدیل غذایی گردیده است (جدول ۱). حداکثر بهبود شاخص‌های مذکور در سطح ۵ درصد بوده است که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ( $P < 0/05$ ).

**آنالیز لاشه:** جهت تعیین آنالیز تقریبی لاشه تعداد ۶ عدد ماهی به‌ازای هر تیمار در پایان آزمایش به‌طور تصادفی<sup>۱</sup> صید شدند تا مقادیر پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر و ماده خشک آن‌ها محاسبه شود. برای آنالیز موارد ذکرشده از روش (AQAC، ۱۹۹۵) استفاده گردید. نمونه‌ها (ماهی کامل) پس از چرخ کردن آماده آنالیز گردید. جهت تعیین چربی با روش سوکسله، پروتئین از دستگاه کج‌لدال، خاکستر در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت و رطوبت با آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد.

**تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها:** طرح کلی این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی برنامه‌ریزی و اجرا گردید. نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگورنوف - اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و ترکیبات لاشه

جدول ۱- نتایج شاخص‌های رشد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه‌شده با پربیوتیک اینولین در تیمارهای مختلف بعد از ۶۰ روز (میانگین  $\pm$  SE)

شاخص‌های مورد سنجش	سطوح مختلف اینولین بر اساس درصد			
	شاهد	۱ درصد	۲ درصد	۳ درصد
وزن اولیه (گرم)	۲۰/۱۰۶۷/۱۰ <sup>a</sup>	۲۰/۱۲۸۴/۱۲ <sup>a</sup>	۲۰/۲۳۴/۲۵ <sup>a</sup>	۲۰/۴۲۳۰/۱۴ <sup>a</sup>
وزن نهایی (گرم)	۵۰/۵۲/۵۲ <sup>d</sup>	۵۹/۳۵/۷۶ <sup>b</sup>	۶۳/۵۰/۶۳ <sup>a</sup>	۵۴/۲۶/۴۵ <sup>c</sup>
افزایش وزن بدن (گرم)	۲۹/۸۵/۱۲ <sup>d</sup>	۳۸/۵۱/۱۴ <sup>b</sup>	۴۳/۱۵/۲۷ <sup>a</sup>	۳۳/۸۴/۰۸ <sup>c</sup>
ضریب تبدیل غذایی	۱/۶۵/۰۹ <sup>a</sup>	۱/۳۱/۰۷ <sup>c</sup>	۱/۲۱/۰۷ <sup>d</sup>	۱/۴۳/۰۶ <sup>b</sup>
شاخص رشد ویژه	۱/۴۸/۰۹ <sup>d</sup>	۱/۷۴/۱۱ <sup>b</sup>	۱/۸۹/۰۷ <sup>a</sup>	۱/۶۲/۰۹ <sup>c</sup>
بقاء (درصد)	۸۵/۶۶/۶۰ <sup>c</sup>	۹۵/۷۳ <sup>a</sup>	۹۶/۵۷ <sup>a</sup>	۹۲/۴۵ <sup>b</sup>

حروف غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است ( $P < 0/05$ ).

مورد رطوبت بیش‌ترین میزان در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲).

**آنالیز تقریبی لاشه:** آنالیز تقریبی لاشه در انتهای دوره پرورش نشان داد که کم‌ترین میزان چربی در تیمار ۱ و ۲ درصد، خاکستر در تیمار ۲ درصد و بیش‌ترین میزان پروتئین در تیمار ۱ و ۲ درصد می‌باشد. در

جدول ۲- نتایج تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک اینولین بر ترکیبات بیوشیمیایی لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در تیمارهای مختلف بعد از ۶۰ روز (میانگین±SE)

ترکیبات بدن (درصد) / تیمار	شاهد	۱ درصد	۲ درصد	۳ درصد
رطوبت	۷۱/±۵۵/۰۵ <sup>a</sup>	۷۰/±۲۵/۰۸ <sup>d</sup>	۷۰/±۶۵/۰۹ <sup>c</sup>	۷۱/±۲۲/۰۶ <sup>b</sup>
ماده خشک	۲۸/±۴۴/۰۵ <sup>d</sup>	۲۹/±۷۴/۰۸ <sup>a</sup>	۲۹/±۳۵/۰۹ <sup>b</sup>	۲۸/±۷۷/۰۶ <sup>c</sup>
پروتئین	۱۴/±۵۱/۱۲ <sup>b</sup>	۱۵/±۲۹/۰۹ <sup>a</sup>	۱۵/±۳۱/۱ <sup>a</sup>	۱۴/±۸۱/۰۷ <sup>b</sup>
چربی	۸/±۵۸/۰۶ <sup>a</sup>	۷/±۹۲/۰۴ <sup>c</sup>	۷/±۷۷/۰۵ <sup>c</sup>	۸/±۱۷/۱۴ <sup>b</sup>
خاکستر	۴/±۲۶/۰۸ <sup>a</sup>	۳/±۸۵/۰۸ <sup>b</sup>	۳/±۴۶/۰۶ <sup>c</sup>	۴/±۱۶/۰۲ <sup>a</sup>

حروف غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

### بحث و نتیجه‌گیری

طبق جدول ۱ نتایج حاصل از این پژوهش بعد از ۶۰ روز نشان داد که افزودن پربیوتیک اینولین به ترکیب غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان منجر به افزایش معنی‌داری در وزن نهایی بدن، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه و کاهش معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با گروه شاهد شده است. مطالعات گوناگون بر گونه‌های مختلف نشان از اثرات مثبت و در برخی گونه‌های دیگر بیانگر بی‌اثر بودن پربیوتیک در رشد ماهیان دارد. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با یافته‌های Helland و همکاران (۲۰۰۸) که با استفاده از محصول پربیوتیک حاوی مانان‌الیگوساکارید، فروکتو الیگوساکارید و گالاکتو الیگوساکارید، از طریق افزودن به غذا منجر به افزایش وزن بدن و درصد بقا در آزاد ماهی اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) مطابقت دارد.

به‌طورکلی، استفاده از پربیوتیک‌ها در جیره آزاد ماهیان باعث افزایش جمعیت میکروبی دستگاه گوارش می‌شوند (Birkbeck و Ringo، ۲۰۰۵). افزایش جوامع میکروبی روده باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی و تولید ویتامین‌هایی می‌شود که در وضعیت بهداشتی و تغذیه ماهی مؤثرند (Wache و همکاران، ۲۰۰۶). علاوه بر این مهم‌ترین محصول

نهایی متابولیسم پربیوتیک‌ها اسیدهای چرب زنجیره کوتاه هستند که از طریق اپیتلیوم روده جذب شده که برای میزبان منبع انرژی فراهم کرده و سبب بهبود جذب مواد غذایی می‌شوند (Gibson و همکاران، ۱۹۹۵). پربیوتیک‌ها و پربیوتیک‌ها عموماً با تغییر در میکروفلور طبیعی روده بر فرایند گوارش و جذب مواد غذایی مختلف مؤثر بوده و این تغییرات به‌طور غیرمستقیم بر فاکتورهای خونی موجود تأثیر می‌گذارد (Fuller، ۱۹۸۹).

به‌طورکلی پربیوتیک‌ها جذب کاتیون‌های دوزفیتی را سبب می‌شوند که دلیلی برای آن مشخص نشده است (Gibson و همکاران، ۲۰۰۵). جذب عناصری مانند منیزیم، روی و آهن نیز در حیوانات آزمایشگاهی با مصرف پربیوتیک افزایش یافته است (Delzenne و Roberfroid، ۱۹۹۴). با تغییر در ترکیب و اجزای جیره، می‌توان بر روی کیفیت لاشه و طعم ماهی اثر گذاشت. اصولاً ترکیبات مختلف غذایی دارای اثرات متفاوتی بر ترکیب لاشه ماهیان است. همچنین ارزش بازاری ماهیان پرورشی به‌میزان زیادی وابسته به کیفیت و نوع غذای مصرفی بوده که این مورد یکی از فاکتورهای کنترل کیفی محسوب می‌گردد. ترکیبات بدن همواره تحت تأثیر ترکیبات جیره و حتی درصد و مقدار غذادهی روزانه است

سطوح مختلف ۰، ۰/۵ و ۱ درصد جیره، بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه بچه‌ماهی کلمه بررسی و گزارش کردند که سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین قابلیت تأثیرگذاری قابل توجهی بر افزایش عملکرد رشد و کارایی تغذیه در بچه‌ماهی کلمه دارد که با نتایج پژوهش حاضر مشابهت دارد.

در ارتباط با تأثیر پربیوتیک‌ها در جیره بر میزان پروتئین لاشه آبزیان پژوهش‌های کمی صورت گرفته که نتایج متضادی به دست آمده است که در بعضی بیانگر افزایش میزان پروتئین لاشه بوده (Genc و همکاران، ۲۰۰۷b؛ Yilmaz و همکاران، ۲۰۰۷) و در مواردی دیگر باعث کاهش میزان پروتئین لاشه (Eshaghzadeh و همکاران، ۲۰۱۵) و در دیگر موارد بی‌تأثیر بوده است (Akrami و همکاران، ۲۰۰۹). Genc و همکاران (۲۰۰۷a) گزارش کردند که تغذیه میگوی *Penaeus semisulcatus* با جیره حاوی پربیوتیک باعث کاهش پروتئین لاشه شده است. آن‌ها علت این تفاوت را، استفاده از جیره با قابلیت هضم کم و میزان کم اسید آمینه در آن فرض کردند.

از مزیت‌های ترکیبات پربیوتیک می‌توان به بهبود متابولیسم چربی‌ها از طریق کاهش کلسترول، تری‌گلیسریدها و فسفولیپیدها در سرم خون اشاره کرد (Van Loo و همکاران، ۱۹۹۹). اسیدهای چرب کوتاه زنجیره با استات به‌عنوان محرک تولید پروپیونات به‌عنوان بازدارنده سبب تنظیم سنتز کلسترول می‌شوند. میزان چربی خام لاشه در ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی پربیوتیک کاهش یافته است که با پژوهش‌های Van Loo و همکاران (۱۹۹۹) مطابقت دارد و می‌توان دلیل این کاهش چربی خام را در بهبود متابولیسم چربی‌ها از طریق کاهش کلسترول، تری‌گلیسرید، فسفولیپیدها در سرم خون ماهی دانست. علاوه بر این با توجه به مشاهدات ماکروسکوپی در

(فلاح‌تکار و همکاران، ۱۳۸۵). بر اساس نتایج این پژوهش ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی پربیوتیک، دارای پروتئین بیش‌تر و چربی و خاکستر کم‌تری در مقایسه با گروه کنترل بودند. شیخ‌الاسلامی امیری (۱۳۸۷) اینولین را در سطوح ۰، ۰/۵ و ۲ درصد به جیره تجاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان افزود و مشاهده کرد اینولین در سطوح فوق، تأثیری بر فاکتورهای مختلف رشد ندارد و در مطالعه دیگری Eshaghzadeh و همکاران (۲۰۱۵) اثر قابل توجهی بر عملکرد رشد و مصرف رژیم غذایی ماهی تغذیه‌شده با اینولین در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نکردند. همچنین اکرمی و همکاران (۱۳۸۷) با اضافه کردن اینولین در سطوح ۱، ۲ و ۳ درصد به جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان گزارش کردند که این نوع پربیوتیک نمی‌تواند مکمل مناسبی برای جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در نظر گرفته شود همچنین اکرمی و همکاران (۱۳۸۷) تأثیر اینولین را بر رشد و بقاء فیل‌ماهی (*Huso huso*) جوان پرورشی در سطوح ۱، ۲ و ۳ درصد اینولین که به‌ترتیب جایگزین سلولز جیره شاهد کردند مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که پربیوتیک اینولین قابلیت تأثیرگذاری بالایی بر افزایش عملکرد رشد و کارایی تغذیه در فیل‌ماهی پرورشی نداشت و نتیجه‌گیری کردند که اینولین در سطوح بالا نمی‌تواند مکمل مناسبی برای جیره غذایی فیل‌ماهی باشد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت ندارد ولی بر خلاف این پژوهش‌ها، در بررسی حاضر بهترین عملکرد رشد در سطوح ۱ و ۲ درصد در نظر گرفته شده به‌دست آمد. اما در پژوهشی دیگر Eshaghzadeh و همکاران (۲۰۱۵) اثر قابل توجهی در افزایش بقا در ماهیان تغذیه‌شده با اینولین مشاهده کردند که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. در مطالعه‌ای دیگر خسروی و همکاران (۱۳۹۰) روی بچه‌ماهی کلمه (*Rutilus sutilus caspicus*) اینولین را در

حین باز نمودن لاشه ماهیان چنین به نظر می‌رسد که وجود پریبیوتیک در جیره غذایی سبب کاهش چربی محوطه شکمی می‌گردد که می‌تواند در کاهش چربی خام لاشه نیز مؤثر باشد.

در مجموع اختلاف موجود در نتایج این پژوهش با یافته‌های دیگر پژوهشگران را شاید بتوان به نوع گونه پرورشی، اندازه، سن گونه پرورشی، مرحله تولید، طول دوره آدپتاسیون و پرورش، شرایط بهداشتی محیط و سیستم پرورشی، رفتارهای تغذیه‌ای، خصوصیات فیزیولوژیک، نوع مواد اولیه به‌کار رفته در تهیه جیره و کمیت و کیفیت آن‌ها، فرمولاسیون جیره‌های غذایی، نوع پریبیوتیک مصرفی، درجه خلوص آن و میزان مورد استفاده آن در جیره و روش‌های مختلف اضافه کردن اینولین به جیره می‌توان ربط داد.

به‌طور کلی از مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از سطوح مختلف پریبیوتیک اینولین تأثیر مثبت بر عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی، افزایش وزن، شاخص رشد ویژه و ترکیب لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن اولیه تقریباً ۲۰ گرم داشته و سطح ۲ درصد بهترین نتیجه را به همراه داشت. همچنین پیشنهاد می‌گردد که مطالعات پیش‌تری در این زمینه روی ماهیان اقتصادی صورت گیرد.

### سپاسگزاری

از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد به جهت پشتیبانی مالی این طرح پژوهشی با کد طرح ۹۴۴۸۹ سپاسگزاری می‌نمائیم.

### منابع

- افشار، ع.، ۱۳۸۱. کاربرد پروبیوتیک در دام و طیور، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- اکرمی، ر.، ۱۳۸۷. تأثیر اینولین به‌عنوان پریبیوتیک بر رشد، بازماندگی و فلور باکتریایی دستگاه گوارش فیل ماهی جوان (*Huso huso*). رساله دکترای شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ۶۷ صفحه.
- خسروی، م.، ۱۳۹۰. تأثیر سطوح متفاوت پریبیوتیک اینولین جیره غذایی بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه در بچه‌ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) پایان‌نامه کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرکز علوم تحقیقات تهران، ۱۰۲ صفحه.
- شیخ‌الاسلامی امیری، م.، ۱۳۸۷. تأثیر پریبیوتیک اینولین بر رشد ریا، بازماندگی، میکروفلور و سیستم ایمنی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پایان‌نامه کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ۹۰ صفحه.
- فلاح‌تکار، ب.، سلطانی، م.، ابطحی، ب.، کلباسی، م.ر.، و یاسمی، م.، ۱۳۸۵. تأثیر ویتامین C بر برخی پارامترهای رشد، نرخ بازماندگی و شاخص کبدی در فیل ماهیان (*Huso huso*) جوان پرورشی. مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره ۷۲، صفحات ۱۰۳-۹۸.

- Akrami, R., Ghelichi, A., and Manuchehri, H., 2009. Effect of dietary inulin as prebiotic on growth performance and survival of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Research in Marine Sciences and Technology, 4 (3), 1-9.
- Akrami, R., Ghelichi, A., and Zarei, E., 2012. Effect of dietary supplementation of prebiotics inulin on growth, survival, lactic acid bacteria loading and body composition of carp (*Cyprinus carpio*) juvenile. J. Fish. 5 (4), 87-94.

- AOAC, 1995. Association of Official Analytical Chemists, 16<sup>th</sup> (end), Procedure 984. 25.
- Birkbeck, T.H., and Ringo, E., 2005. Pathogenesis and the gastrointestinal tract of growing fish.
- Delzenne, N.M., and Roberfroid, M.R., 1994. Physiological effects of non-digestible oligosaccharides. *LWT - Food Science and Technology*, 27, 1-6.
- Eshaghzadeh, H., Hoseinifar, S.H., Vahabzadeh, H., and Ringø, E., 2015. The effects of dietary inulin on growth performances, survival and digestive enzyme activities of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. *Aquaculture Nutrition*, 21 (2), 242-247.
- Fuller, R., 1989. Probiotics in man and animal. *J. Appl. Bacteriol.* 66, 365-378.
- Genc, M.A., Aktas, M., Genc, E., and Yilmaz, E., 2007a. Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus* (de Haan 1844). *Aquaculture Nutrition*, 13, 156-161.
- Genc, M.A., Yilmaz, E., Genc, E., and Aktas, M., 2007b. Effects of dietary mannan oligosaccharides (MOS) on growth, body composition and intestine and liver histology of the hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). *Israeli J. Aquacul.* 59, 10-16.
- Gibson, G.R., 2004. Fibre and effects on probiotics (the prebiotic concept). *Clinical Nutrition Supplements*, 1, 25-31.
- Gibson, G.R., Beatty, E.R., Wang, X., and Cumming, J.H., 1995. Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology*, 108, 975-982.
- Gibson, G.R., and Roberfroid, M.B., 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.* 125, 1401-1412.
- Helland, B.G., Helland, S.J., and Gatlin, D.M., 2008. The effect of dietary supplementation with mannanoligosaccharide, fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth and feed of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 283, 163-167.
- Lauzon, H.L., Perez-Sanchez, T., Merrifield, D.L., Ringø, E., and Balcazar, J.L., 2014. Probiotic application in cold water fish species. In: *Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotics and Prebiotics* (Merrifield, D.L. & Ringø, E. eds), pp. 223-252. Wiley Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Mahious, A.S., and Frans, O., 2005. Probiotics and prebiotics in Aquaculture: Review, 1<sup>st</sup> Regional Workshop on Techniques for Enrichment of Live Food for Use in Larviculture, AAARC, Urmia, Iran, pp. 17-26.
- Ringø, E., Sperstad, S., Myklebust, R., Mayhew, T.M., and 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.
- 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.
- Roberfroid, M., and Slavin, J., 2000. Nondigestible oligosaccharides. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40, 461-480.
- Roberfroid, M., 2007. Prebiotics: The Concept Revisited. *J. Nutr.* 137 (3), 830-837.
- Romero, J., Feijoo, C.G., and Navarrete, P., 2012. Antibiotics in aquaculture – use, abuse and alternatives. In: *Health and Environment in Aquaculture* (Carvalho, E.D., David, G.S. & Silva, R.J. eds), pp. 159-198. In-Tech., Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia.
- Van Loo, J., Cummings, J., Delzenne, N., Franck, A., Hopkins, M., MacFarlane, G., Newton, D., Quigely, M., Roberfroid, M., Van Vliet, T., and Van den, H.E., 1999. Functional food properties of non-digestible oligosaccharide: a consensus report from the ENDO project (DGXII AIRII-CT94-1095). *British J. Nutr.* 81, 121-132.
- Wache, Y., Auffray, F., Gatesoupe, F.J., Zambonino, J., Gayet, V., Labbe, L., and Quentel, C., 2006. Cross effects of the strain of dietary *Saccharomyces cerevisiae* and rearing conditions on the onset of intestinal microbiota and digestive enzymes in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*, fry. *Aquaculture*. 258, 470-478.
- Yilmaz, E., Genc, M.A., and Genc, E., 2007. Effects of dietary mannan oligosaccharides on growth, body composition, and intestine and liver histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Israeli J. Aquacul.* 59, 182-188.