



## بررسی تأثیر جیره غذایی حاوی سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین بر میزان رشد و برخی پارامترهای خونی در ماهی سیچلاید زندانی (*Archocentrus nigrofaciatus*)

معصومه بحر کاظمی\*، کوثر مظلومی، جابر نیک بخش

گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائمشهر

| نوع مقاله:   | چکیده  |
|--|--|
| کوتاه  | ۱۲۰ قطعه ماهی سیچلاید زندانی (۲/۵ گرم) طی یک دوره ۶۰ روزه با سطوح ۱، ۲ و ۳ گرم پربیوتیک اینولین در کیلوگرم جیره تغذیه شدند. بیشترین افزایش وزن مربوط به تیمار ۳ گرم اینولین بود که تفاوت معنی داری با تیمار ۲ گرم پربیوتیک نداشت ( $P > 0.05$ ). بیشترین نرخ رشد ویژه مربوط به تیمار ۲ و ۳ گرم اینولین بود. بالاترین ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارآیی پروتئین به ترتیب در تیمار شاهد و ۳ گرم اینولین اندازه گیری شد. بیشترین و کمترین تعداد گلبول سفید و گلبول قرمز به ترتیب در تیمار ۳ و ۱ گرم اینولین مشاهده شد. بالاترین میزان هموگلوبین و هماتوکریت به تیمار ۳ گرم اینولین تعلق داشت. در نتیجه اینولین به میزان ۲ و ۳ گرم در کیلوگرم جیره باعث بهبود رشد و شرایط خونی سیچلاید زندانی می‌شود. |
| تاریخچه مقاله:<br>دریافت: ۹۴/۰۶/۱۶<br>اصلاح: ۹۵/۰۳/۰۹<br>پذیرش: ۹۵/۰۴/۰۴ |  |
| کلمات کلیدی:<br>اینولین<br>پارامترهای خونی<br>پربیوتیک                   |  |

### مقدمه

امروزه صنعت تولید ماهیان زینتی در مقایسه با سایر آبزیان از رشد نسبتاً خوبی برخوردار بوده است. از مهم‌ترین مشکلاتی که در پرورش ماهیان زینتی وجود دارد موضوع تغذیه است. محققین معتقدند که جیره‌های غذایی مناسب باید بتوانند علاوه بر رشد آبی، منجر به افزایش مقاومت و ارتقای سلامت موجود نیز بشوند (Akrami et al., 2011). تحقیقات فراوانی در استفاده از افزودنی‌های غذایی که در بهبود رشد و ایمنی آبزیان مؤثرند صورت گرفته است. از جمله این ترکیبات می‌توان به پروبیوتیک‌ها، پربیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها اشاره نمود (Hoseinifar et al., 2011). ایده استفاده از پربیوتیک‌ها اولین بار توسط Roberfroid و Gibson (1995)، مطرح شد. پربیوتیک‌ها کربوهیدرات‌های غیرقابل هضمی هستند که از طریق تحریک رشد یا فعال کردن یک یا تعداد محدودی از گونه‌های باکتریایی که در روده وجود دارند، اثرات سودمندی بر میزبان داشته و رشد و سلامتی آن را بهبود می‌بخشند (Gibson and Roberfroid, 1995). اصولاً عناصر غذایی که به عنوان پربیوتیک طبقه بندی می‌شوند نباید در بخش‌های فوقانی دستگاه گوارش هضم و جذب شوند، تا سبب تحریک میکروفلور روده در جهت تولید ترکیبات سالم شوند و توسط یک یا تعدادی از باکتری‌های مفید روده به صورت گزینشی تخمیر شوند (Fooks and Gibson, 2002). در حال حاضر پربیوتیک‌ها بیشتر بر اساس توانایی‌شان در افزایش رشد میکروارگانیسم‌های تولیدکننده اسید لاکتیک انتخاب می‌شوند (Gibson and Roberfroid, 1995). اینولین یک کربوهیدرات گیاهی غیرقندی هموپلی‌ساکارییدی است که دارای فیبر محلول بوده و از گیاهان مختلفی (نظیر سیر، پیاز، سیب زمینی، تره فرنگی، گندم، موز،

\* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: [bahr.kazemi@gmail.com](mailto:bahr.kazemi@gmail.com)

گل کوبک و کاسنی) با درجه پلیمریزاسیون متفاوت به دست می آید (Roberfroid *et al.*, 1998). اگرچه اینولین یک فیبر طبیعی در جیره غذایی ماهیان نیست ولی به واسطه خواص پربیوتیکی آن در تحریک باکتری های مفید روده و توقف رشد باکتری های مضر، استفاده از آن در آبی پروری ایده خوبی می باشد (Roberfroid *et al.*, 1998). از آن جا که تحقیقات در زمینه استفاده از پربیوتیک ها به خصوص در پرورش ماهیان زینتی در ابتدای راه خود قرار دارد، در این پژوهش به ارزیابی تأثیر سطوح مختلف اینولین بر شاخص های رشد و برخی پارامترهای هماتولوژی در ماهی سیچلاید زندانی که یکی از محبوب ترین ماهیان زینتی در ایران است پرداخته شده است.

## مواد و روش ها

این پژوهش در زمستان ۱۳۹۳، به مدت ۶۰ روز در مرکز تحقیقات ماهیان زینتی جهاد دانشگاهی واحد مازندران در منطقه چیکرود جویبار انجام پذیرفت. بچه ماهیان سیچلاید زندانی با میانگین وزن  $2/53 \pm 0/05$  گرم از مرکز مطالعات ماهیان زینتی جهاد دانشگاهی شهرستان ساری تهیه و به محل آزمایش منتقل گردید. پس از سازگاری اولیه ماهیان با شرایط دمایی کارگاه و عادت دهی آن ها با جیره مورد استفاده در آزمایش به مدت یک هفته، تعداد ۱۲۰ عدد بچه ماهی پس از زیست سنجی به طور کاملاً تصادفی در ۱۲ آکواریوم ۱۶۰ لیتری با حجم آگیری ۱۴۰ لیتر قرار داده شدند. غذای مورد استفاده از مواد اولیه میکس شده که جهت تهیه پلت بچه ماهیان کپور (FFT) در شرکت آزیان شمال واقع در شهرستان بابل استفاده می شود بود. این مواد اولیه به صورت پودر از کارخانه تهیه شد و جهت تهیه جیره های آزمایشی به ترتیب مقادیر ۱، ۲ و ۳ گرم در کیلوگرم پربیوتیک اینولین (INULIN) با ماده مؤثره الیگوساکارید دکستران محصول شرکت میتو ژاپن) به آن اضافه گردید. نتایج تجزیه جیره مورد استفاده در این پژوهش به قرار زیر بود: پروتئین خام: ۳۲/۳۲ درصد، چربی: ۵/۵ درصد، خاکستر: ۸ درصد، فیبر: ۳ درصد، فسفر: ۰/۸ درصد.

در طول دوره آزمایش، غذاهای به بچه ماهیان بر اساس بیوماس و میزان اشتهای ماهی (حداکثر روزانه ۵ درصد) و در سه نوبت (ساعات ۸، ۱۳ و ۱۸) انجام گرفت. تمام شرایط فیزیکی و شیمیایی آب مخازن در طول دوره آزمایش به صورت روزانه کنترل و در سطح بهینه (درجه حرارت:  $27 \pm 1$  درجه سانتی گراد، اکسیژن محلول:  $7 \pm 0/2$  ppm، pH:  $7 \pm 0/8$ ) نگهداری شد. پس از پایان دوره ۶۰ روزه آزمایش، به منظور سنجش فاکتورهای خونی، از هر تکرار ۴ عدد ماهی به صورت تصادفی صید و پس از بیهوشی با پودر گل میخک با دوز ۱ گرم در لیتر آب (Rahnama *et al.*, 2013)، از محل ساقه دمی خون گیری شدند. نمونه های خون به لوله های هپارینه منتقل و در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد. تعداد گلبول های قرمز و سفید با روش هماتوسیتومتر نئوبار (Stoskopf, 1993)، میزان هماتوکریت با روش میکروهماتوکریت (Rehulka *et al.*, 2011) و میزان هموگلوبین با استفاده از کیت و دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر (Blaxhall and Daisley, 1973)، مورد سنجش قرار گرفت. برای ارزیابی شاخص های مربوط به رشد و تغذیه ماهی ها از فرمول های زیر استفاده شد (Akrami *et al.*, 2012):

(وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم)) = افزایش وزن بدن (گرم)

$100 \times \frac{\text{طول دوره آزمایش (لگاریتم طبیعی (Ln) وزن اولیه - لگاریتم طبیعی (Ln) وزن نهایی)}}{\text{طول دوره آزمایش (روز)}}$

افزایش وزن ماهی به گرم/غذای خورده شده به گرم = ضریب تبدیل غذایی (FCR)

(پروتئین خورده شده به گرم/وزن به دست آمده به گرم = نسبت کارایی پروتئین (PER)

$100 \times \frac{\text{تعداد ماهیان ذخیره شده در ابتدای دوره/تعداد ماهیان در انتهای دوره}}{\text{تعداد ماهیان ذخیره شده در ابتدای دوره}}$

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها آزمون نرمال بودن داده‌ها به وسیله آزمون Shapiro-Wilk انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) و مقایسه میانگین بین تیمارها براساس آزمون دانکن انجام شد. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد اطمینان، با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ مورد بررسی قرار گرفت.

## نتایج

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در بین تیمارها بیشترین افزایش وزن متعلق به تیمار ۳ گرم اینولین در کیلوگرم جیره بود که به جز تیمار ۲ گرم اینولین، با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت ( $P < 0.05$ ). کم‌ترین مقدار افزایش وزن بدن نیز در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین میزان نرخ رشد ویژه مربوط به تیمارهای ۲ و ۳ گرم اینولین در جیره بود که از این لحاظ تفاوت معنی‌داری نداشتند. کم‌ترین میزان آن ( $0.66 \pm 0.02$ ) به تیمار شاهد تعلق داشت. پایین‌ترین میزان ضریب تبدیل غذایی به تیمار ۳ گرم پربیوتیک اینولین در هر کیلوگرم جیره تعلق داشت. بالاترین میزان این شاخص نیز به تیمار شاهد تعلق داشت. نتایج در مورد نسبت کارایی پروتئین نشان داد که بالاترین میزان این شاخص مربوط به تیمار ۳ گرم اینولین در کیلوگرم جیره بود ( $1.23 \pm 0.01$ ). از این لحاظ، تفاوت معنی‌داری بین گروه شاهد و تیمارهای ۲ و ۳ گرم اینولین در کیلوگرم جیره مشاهده شد ( $P > 0.05$ ). همچنین در کل دوره پرورش، تلفاتی در بین تیمارهای تحت بررسی مشاهده نشد و نرخ بقا صد درصد بود (جدول ۱).

جدول ۱. مقادیر پارامترهای رشد و بقا در بچه ماهیان سیچلاید زندانی تغذیه شده با سطوح مختلف اینولین به مدت ۶۰ روز

| سطوح مختلف پربیوتیک اینولین در جیره (بر حسب گرم بر کیلوگرم) |                    |                    |                    | شاخص                       |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| صفر (گروه شاهد)   | ۱ (گروه ۱)         | ۲ (گروه ۲)         | ۳ (گروه ۳)         |                            |
| $2/54 \pm 0/04^a$   | $2/53 \pm 0/01^a$  | $2/53 \pm 0/05^a$  | $2/53 \pm 0/05^a$  | وزن اولیه (گرم)            |
| $6/42 \pm 0/16^a$   | $7/50 \pm 0/10^b$  | $10/22 \pm 0/12^c$ | $10/23 \pm 0/04^c$ | وزن نهایی (گرم)            |
| $3/88 \pm 0/27^a$   | $4/97 \pm 0/52^b$  | $7/69 \pm 0/58^c$  | $7/70 \pm 0/26^c$  | افزایش وزن بدن (گرم)       |
| $0/66 \pm 0/02^a$   | $0/78 \pm 0/05^b$  | $1/00 \pm 0/04^c$  | $1/00 \pm 0/01^c$  | نرخ رشد ویژه (درصد در روز) |
| $1/56 \pm 0/11^b$   | $1/55 \pm 0/20^b$  | $1/93 \pm 0/13^a$  | $1/81 \pm 0/19^a$  | ضریب تبدیل غذایی           |
| $0/99 \pm 0/06^a$   | $1/05 \pm 0/11^a$  | $1/22 \pm 0/09^b$  | $1/23 \pm 0/04^b$  | نسبت کارایی پروتئین        |
| $100/0 \pm 0/00^a$  | $100/0 \pm 0/00^a$ | $100/0 \pm 0/00^a$ | $100/0 \pm 0/00^a$ | نرخ بازماندگی (درصد)       |

\* اعدادی که با حروف یکسان نشان داده شده اند تفاوت معنی‌دار ندارند ( $P > 0.05$ ).

در بین تیمارها، بیشترین تعداد گلبول سفید ( $16000 \pm 200$  عدد در میلی متر مکعب) در تیمار ۳ گرم اینولین در کیلوگرم جیره و کم‌ترین تعداد ( $12533 \pm 305$ ) در تیمار ۱ گرم اینولین در کیلوگرم جیره مشاهده شد. البته تیمار ۲ و ۳ گرم اینولین در کیلوگرم جیره از این نظر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند ( $P > 0.05$ ). در بررسی تعداد گلبول قرمز، بیشترین تعداد ( $1983 \pm 200$  عدد در هزار میلی متر مکعب) به تیمار ۳ گرم اینولین در کیلوگرم جیره و کم‌ترین تعداد به تیمار ۱ گرم اینولین در کیلوگرم جیره تعلق داشت. تنها تیمار ۱ گرم اینولین در کیلوگرم جیره، از این لحاظ با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت ( $P < 0.05$ ). بالاترین میزان هموگلوبین ( $6/71 \pm 0/09$  گرم بر دسی لیتر) به تیمار ۳ گرم اینولین در کیلوگرم جیره و پایین‌ترین میزان آن ( $6/00 \pm 0/05$ ) به گروه شاهد تعلق داشت ( $P < 0.05$ ). با بالا رفتن سطح اینولین در جیره میزان هموگلوبین خون در ماهیان افزایش نشان داد ( $P < 0.05$ ). در بررسی میزان هماتوکریت، فقط بین تیمار ۳ گرم اینولین در کیلوگرم جیره با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). بالاترین میزان هماتوکریت ( $38 \pm 2$  درصد) نیز متعلق به تیمار ۳ گرم اینولین در کیلوگرم جیره بود (جدول ۲).

جدول ۲. مقادیر پارامترهای خونی در بچه ماهیان سیچلاید زندانی تغذیه شده با سطوح مختلف اینولین به مدت ۶۰ روز

| سطوح مختلف پربیوتیک اینولین در جیره (بر حسب گرم بر کیلوگرم) |                         |                         |                         | پارامترهای خونی                          |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| ۳ (گروه ۳)  | ۲ (گروه ۲)              | ۱ (گروه ۱)              | صفر (گروه شاهد)         |  |
| ۱۶۰۰۰±۲۰۰ <sup>c</sup>                                      | ۱۵۹۳۳±۳۰۵ <sup>c</sup>  | ۱۲۵۳۳±۳۰۵ <sup>a</sup>  | ۱۳۴۳۳±۲۰۸ <sup>b</sup>  | گلبول سفید (تعداد در میلی متر مکعب)      |
| ۱۹۸۳±۲۰۰ <sup>b</sup>                                       | ۱۷۴۳±۱۴۰ <sup>ab</sup>  | ۱۵۹۳±۸۳ <sup>a</sup>    | ۱۹۵۳±۱۲۸ <sup>b</sup>   | گلبول قرمز (تعداد*۱۰۰۰ در میلی متر مکعب) |
| ۶/۷۱±۰/۰۹ <sup>c</sup>                                      | ۶/۱۴±۰/۰۴ <sup>b</sup>  | ۶/۰۳±۰/۰۴ <sup>ab</sup> | ۶/۰۰±۰/۰۵ <sup>a</sup>  | هموگلوبین (گرم بر دسی لیتر)              |
| ۳۸/۰۰±۲/۰۰ <sup>b</sup>                                     | ۳۱/۶۶±۱/۵۲ <sup>a</sup> | ۳۱/۳۳±۱/۱۵ <sup>a</sup> | ۳۳/۰۰±۱/۰۰ <sup>a</sup> | هماتوکریت (درصد)                         |

\*اعدادی که با حروف یکسان نشان داده شده اند تفاوت معنی دار ندارند (P>۰/۰۵).

## بحث

ترکیباتی همچون اینولین، منبع تغذیه ای مناسبی برای رشد و فعالیت باکتری های فلور دستگاه گوارش نظیر لاکتوباسیل ها و بیفیدوباکترها می باشند (Gibson and Roberfroid, 1995). این مطالعه نشان داد افزودن ۳ گرم پربیوتیک اینولین در هر کیلوگرم جیره غذایی می تواند در بهبود عملکرد رشد، تولید نهایی و پارامترهای هماتولوژی این ماهی مؤثر واقع شود. بهبود عملکرد رشد تا حد زیادی می تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم های هضمی باشد که منجر به بهبود ریخت شناسی روده به واسطه تخمیر پربیوتیک توسط باکتری های بومی روده می شود (Fooks and Gibson, 2002). به نظر می رسد اثر مثبت مکمل های غذایی نظیر اینولین، بر روی رشد و کارایی تغذیه احتمالاً از طریق از بین بردن یا کاهش تراکم باکتری های بیماری زای موجود در دستگاه گوارش، افزایش جمعیت باکتری های مفید روده، بهبود وضعیت میکروبیوم روده و نیز تقویت سامانه ایمنی بدن باشد که در مجموع می تواند سبب بهبود وضعیت سلامت ماهی و نیز افزایش کارایی هضم و جذب مواد مغذی به واسطه افزایش فعالیت آنزیم های گوارشی در دستگاه گوارش شود (Tovar et al., 2002). Akrami و همکاران (2012)، اثر پربیوتیک مانان الیگوساکارید را بر رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و برخی پارامترهای هماتولوژی در بچه ماهی کپور معمولی مورد ارزیابی قرار دادند. با آن که در مطالعه مذکور هیچ گونه تفاوت معنی داری در بین تیمارها مشاهده نشد، اما بیشترین عملکرد رشد و تغذیه در تیمار ۱ گرم پربیوتیک در کیلوگرم جیره مشاهده شد، که با نتایج این پژوهش مطابقت ندارد. از جمله دلایل احتمالی این عدم تطابق می توان علاوه بر تفاوت در نوع پربیوتیک مورد استفاده، به تفاوت در نوع گونه نیز اشاره نمود. در مطالعه دیگری که توسط Rahnama و همکاران (2013)، بر روی ماهی قرمز حوض ( *Carassius auratus* gibelio) انجام گرفت، مشخص شد که بهترین عملکرد رشد و کارایی تغذیه زمانی به دست می آید که در جیره غذایی آن ۱/۵ گرم اینولین به ازای هر کیلوگرم جیره وجود داشته باشد، که تا حدودی با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

در این مطالعه ضریب تبدیل غذایی در تیمار حاوی ۲ و ۳ گرم پربیوتیک در کیلوگرم جیره، کاهش یافت. Sbouchin و همکاران (2013)، با بررسی تأثیر سطوح مختلف اینولین در جیره غذایی بچه ماهیان پاکوی سیاه ( *Colossoma macropomum*)، نشان دادند که استفاده از اینولین در سطح ۳ درصد جیره تأثیر معنی داری بر رشد و عملکرد تغذیه ای این ماهی دارد. احتمال می رود اینولین به واسطه تکثیر باکتری های پروبیوتیک، باعث تولید آنزیم های گوارشی (آمیلاز، پروتئاز و لیپاز) 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 کارایی تغذیه و متعاقب آن رشد را در میزبان به میزان قابل توجهی افزایش می دهند. به علاوه تولید اسید لاکتیک و اسیدهای چرب زنجیره کوتاه نظیر اسید بوتیریک ناشی از تخمیر اینولین منجر به کاهش pH روده می شود که شرایط مناسبی را برای رشد باکتری های اسید لاکتیک فراهم می کند. این عمل می تواند سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش کارایی تغذیه در آبری شود (De-Schrijver and Ollevier, 2000).

در مطالعه حاضر هیچ گونه تفاوت معنی داری بین تیمارها از نظر میزان بازماندگی مشاهده نشد. Samrongpan و همکاران در سال ۲۰۰۸ اثر مانان الیگوساکارید را بر روی ماهیان جوان پرورشی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) مورد بررسی قرار داده و هیچ تفاوت معنی داری از نظر ضریب تبدیل غذایی و بازماندگی در بین تیمارها مشاهده نکردند. درصد بازماندگی نشان دهنده ایمنی در مقابل عوامل بیماری‌زا و استرس‌های محیطی می‌باشد. باید توجه داشت که تاثیر محرک رشد و ایمنی در میزان بقای ماهیان معمولا در دوره‌های طولانی‌تر از شش ماه باعث ایجاد تغییرات معنی‌دار می‌شوند (Akrami et al., 2012). البته بر خلاف نتایج پژوهش حاضر، Akrami و همکاران (2011) و Mira و همکاران (2011)، نشان دادند که اضافه کردن اینولین به ترتیب به جیره تجاری بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) می‌تواند در افزایش بازماندگی مؤثر باشد. باکتری‌های اسید لاکتیک به واسطه تولید باکتریوسین‌ها مانع از رشد باکتری‌های بیماری‌زا شده و به این ترتیب اثرات مثبتی بر میکروفلور روده ماهی دارند (Hagi et al., 2004).

شاخص‌های خونی ماهیان به عوامل مختلفی از قبیل گونه، اندازه، سن، وضعیت فیزیولوژیکی، شرایط محیطی، رژیم غذایی (کمیت و کیفیت غذا، مواد تشکیل‌دهنده جیره، منابع پروتئینی، ویتامین‌ها و محرک‌های رشد) بستگی دارد. در این مطالعه اختلاف معنی‌دار بین شاخص‌های خونی مشاهده شد. بالا بودن میزان هموگلوبین و هماتوکریت در تیمارهای پربیوتیکی نشان دهنده برتری وضعیت تنفسی در این تیمارها در مقایسه با تیمار فاقد آن است (Garzani Farahani, 2009). در مطالعه Hoseini و همکاران (2014)، مشخص شد که جیره‌های حاوی اینولین یک و دو درصد تاثیر معنی‌داری روی هموگلوبین خون ماهی پاکوی قرمز (*Piaractus brachypomus*) داشته و همچنین جیره حاوی دو درصد اینولین دارای تاثیر معنی‌داری بر درصد هماتوکریت خون بوده است، که همگی با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارند. در مطالعه Akrami و همکاران (2012)، میزان هماتوکریت، گلبول قرمز، هموگلوبین و گلبول سفید، در کپور ماهیان جوان تغذیه شده با جیره حاوی یک گرم مانان اولیگوساکارید در کیلوگرم نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری بالاتر بود، که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. Andrews و همکاران (2009)، در مطالعه خود افزایش معنی‌داری در فاکتورهای گلبول سفید، گلبول قرمز و هموگلوبین، در ماهیان روهو (*Labeo rohita*) تغذیه شده با جیره حاوی مانان اولیگوساکارید در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نمودند. در این مطالعه بین تیمارها از نقطه نظر تعداد گلبول‌های سفید تفاوت معنی‌دار وجود داشت و بالاترین تعداد گلبول سفید در تیمار حاوی ۳ گرم اینولین در جیره مشاهده شد. گلبول سفید از جمله مهم‌ترین شاخص‌های سلامتی و ایمنی جانور است. محرک‌های ایمنی به گیرنده‌های ویژه‌ای روی سطح فاگوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها چسبیده و با تولید آنزیم‌هایی عوامل بیماری‌زا را تخریب می‌کنند. علاوه بر این، می‌توانند برخی انتقال‌دهندگان شیمیایی نظیر اینترفرون، اینترلوکین و پروتئین‌های کمپلمان را تولید کنند که سبب تحریک سیستم ایمنی و افزایش فعالیت لنفوسیت B و T می‌شوند (Raa et al., 1992).

در مجموع، نتایج این بررسی نشان داد که افزودن پربیوتیک اینولین به میزان ۲ و ۳ گرم در کیلوگرم در جیره غذایی بچه ماهیان سیچلاید زندانی بالاترین کارایی را بر شاخص‌های رشد و تغذیه دارد. اما با توجه به پارامترهای خون‌شناسی به ویژه میزان هموگلوبین و هماتوکریت خون، به دلیل بهتر بودن نتایج در تیمار ۳ گرم اینولین در کیلوگرم غذا، این مقدار در جیره غذایی بچه ماهیان توصیه می‌شود.

## منابع

- Akrami, R., Razeghi-Mansour, M., Chitsaz, H., Ziaee, R., Ahmadi, Z. 2012. Effect of dietary mannan oligosaccharide on growth performance, survival, body composition and some hematological parameters of carp juvenile (*Cyprinus carpio*). Journal of Animal Science Advances. 2(11): 879-885.
- Akrami, R., Qelich, A., Zareii, A. 2011. Effect of dietary inulin on growth performance, survival, body composition and intestinal lactic acid bacteria density of carp juvenile (*Cyprinus carpio*). Journal of Fisheries Science. 5(4): 87-94. (in Persian).

- Andrews, S.R., Sahu, N.P., Pal, A.K., Kumar, S. 2009. Haematological modulation and growth of *Labeo rohita* fingerlings: effect of dietary mannan oligosaccharide, yeast extract, protein hydrolysate and chlorella. *Aquaculture Research*. 41(1): 61-69.
- Blaxhall, P.C., Daisley, K.W. 1973. Routine haematological methods for use with fish bloods. *Journal of Fish Biology*. 5(6): 771-781.
- De Schrijver, R., Ollevier, F. 2000. Protein digestion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) and effects of dietary administration of *Vibrio proteolyticus*. *Aquaculture*. 186(1-2): 107-116.
- Fooks, L.J., Gibson, G.R. 2002. Probiotic as a modulators of the gut flora. *British Journal of Nutrition*. 1(12): 39-49.
- Gibson, G.R., Roberfroid, M.B. 1995. Dietary modulation of the colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*. 125(6): 1401-1412.
- Garzani Farahani, Sh. 2009. Study of some hematological parameters of some acipenseridae. *Journal of Animal Biology*. 2(1): 57-61.(in Persian).
- Hoseini, S., Sourinezhad, A., Ashouri, S., Moradinasab, A. 2014. Effect of dietary inulin on growth parameters, survival and some hematological parameters of *piaractus brachypomus*. *Journal of Aquatic Ecology*. 4(1): 44-50. (in Persian).
- Hagi, T., Tanaka, D., Iwamura, Y., Hoshino, T. 2004. Diversity and seasonal changes in lactic acid bacteria in the intestinal tract of cultured freshwater fish. *Aquaculture*. 234(1-4): 335-346.
- Hoseinifar, S.H., Mirvaghefi, A.R., Mojazi Amiri, B., Khoshbavar Rostami, H.A., 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*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 19(2): 55-66.
- Mira, M., Akrami, R., Hedayatifard, M. 2011. Effect of dietary inulin on growth performance, survival and body composition of *rutilus frisii kutum*. *Journal of Marine Biology*. 3(9): 53-59. (in Persian).
- Raa, R., Robertson, B., Sung, H. 1992. The use of immunostimulants to increase resistance of aquatic organisms to microbial infections. In: *Diseases in Asian Aquaculture 1*, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. pp. 39-50.
- Rahnama, B., Akrami, R., Chitsaz, H. 2013. Effect of prebiotic inulin on growth performance, survival, body composition and resistance to stress in *carassius auratus gibelio*. *Journal of Aquaculture and Reproduction Science*. 1(2): 55-70.(in Persian).
- Rehulka, J., Minarik, B., Cink, D., Zalak, J. 2011. Prebiotic effect of fructooligosaccharide on growth and physiological state of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 59(5): 227-235.
- Roberfroid, M.B., Van Loo, J.A., Gibson, E.R. 1998. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *Journal of Nutrition*. 128(1): 11-19.
- Samrongpan, C., Areechon, N., Yoonpundhand, R., Srisapoome, P. 2008. Effects of mannan oligosaccharide on growth survival and disease resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* linnaeus) fry. 8<sup>th</sup> International Symposium on Tilapia in Aquaculture.
- Sbouchin, K., Bahrekazemi, M., Hazaii, K., Nikbakhsh, J. 2013. Effect of prebiotic inulin on growth and nutritional performance and hematological parameters of *clossoma macropomum*. The conference on modern research in agricultural science and industry. Azadshahr. (in Persian).
- Stoskopf, M.K. 1993. In: *Fish Medicine*. W.B. Saunders Company. 882 p.
- Tovar, D., AmZbonino, J., Cahu, C., Gatesoupe, F.J., Vazquez-Juarez, R., Lesel, R. 2002. Effect of yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Aquaculture*. 204(1-2): 113-123.