

## اثر کاربرد پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* بر شاخص‌های رشد و پارامترهای خونی بچه‌ماهیان انگشت‌قد سوروم (*Heros severus*)

- نیلوفر فلکزاده\*: گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، صندوق پستی: ۱۸۱-۱۹۷۳۵
- نرگس مورکی: گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، صندوق پستی: ۱۸۱-۱۹۷۳۵
- امیرعلی انوار: گروه بهداشت، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۱۴۵۱۵-۷۷۵
- شاپور کاکولکی: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، صندوق پستی: ۶۱۱۶-۱۴۱۵۵

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۳

### چکیده

مطالعه حاضر به منظور ارزیابی اثر کاربرد *Pediococcus acidilactici* (CNCM-MA 18/5M, Lallemand, France) بر شاخص‌های رشد و پارامترهای خونی ماهی زینتی سوروم (*Heros severus*) انجام شد. به این منظور، ۱۲۰ عدد سوروم با میانگین وزن  $0.53 \pm 0.01$  گرم و طول اولیه  $27/2 \pm 0.3$  میلی‌متر تهیه و به‌طور تصادفی در ۱۲ آکواریوم رهاسازی شدند. پس از دو هفته دوره سازگاری، آکواریوم‌ها به چهار گروه هر کدام با سه تکرار تقسیم و ماهیان با چهار جیره آزمایشی ایزوکالریک و ایزونیتروژنوس حاوی سطوح ۱، ۲ و ۳ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره به‌مدت ۱۲ هفته تغذیه گردیدند، گروه شاهد فاقد مکمل غذایی بود. در طول دوره، ماهیان هر ۱۵ روز زیست‌سنجی شدند و در پایان دوره، خون‌گیری صورت پذیرفت. نتایج نشان دادند تیمارهای پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد تاثیر قابل توجهی بر روی کارایی رشد، بقاء و شاخص‌های خونی داشتند ( $P < 0.05$ ). ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۲ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره بهترین کارایی رشد را داشتند و این تفاوت در مقایسه با سایر گروه‌ها معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). در پایان دوره ۹۰ روز پرورش، از روش نات هریک جهت شمارش گلبول‌های قرمز و سفید استفاده گردید. برای اندازه‌گیری هموگلوبین از روش سیان مت هموگلوبین استفاده گردید و میزان هماتوکریت از روش میکروهماتوکریت محاسبه گردید. شاخص‌های خونی در ماهیان تغذیه شده با مکمل در مقایسه با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند ( $P < 0.05$ ). بیش‌ترین مقدار شاخص‌های خونی در ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۲ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره مشاهده گردید. نتایج این مطالعه نشان دادند که پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* در سطح ۲ گرم در کیلوگرم غذای خشک می‌تواند تاثیرات قابل توجهی بر روی کارایی رشد، بقاء و پارامترهای خونی در بچه‌ماهیان انگشت‌قد سوروم (*Heros severus*) داشته باشد.

**کلمات کلیدی:** باکتری‌های اسیدلاکتیک، پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici*، شاخص‌های رشد، پارامترهای خونی، ماهی سوروم



## مقدمه

امروزه آکواریوم و ماهیان زینتی به‌خوبی توانسته‌اند در این دنیای صنعتی، جای خود را در خانه‌های مردم باز کنند، به‌طوری‌که این شاخه از علم شیلات به یک صنعت بزرگ و تجارتي سودآور تبدیل شده است (Ghosh و همکاران، ۲۰۰۸). از آن‌جایی‌که اهمیت اقتصادی ماهیان آکواریومی کم‌تر از ماهیان خوراکی نیست، از این رو بررسی جنبه‌های مختلف پرورش آن‌ها اهمیت دارد که شامل رشد، بقاء و هم‌چنین راه‌های مقاومت ماهیان زینتی در برابر بیماری‌ها می‌باشد (Firouzbaksh و همکاران، ۲۰۱۱). برای کارایی بهتر جیره غذایی و نیز بهبود کارایی رشد، سلامت، زیبایی آبی، افزایش پایداری پلت، سلامت جیره و هم‌چنین طعم و مزه غذا می‌توان از مکمل‌ها و افزودنی‌های غذایی استفاده نمود، از جمله این مکمل‌ها می‌توان به پروبیوتیک‌ها اشاره نمود. پروبیوتیک‌ها، میکروارگانیزم‌های زنده‌ای هستند، که از طریق بهبود فلور میکروبی روده اثرات مفیدی بر سلامت میزبان دارند (Ajiboye و Faturoti، ۲۰۱۱). اثرات پروبیوتیک‌ها در پرورش ماهیان خوراکی طی تحقیقات بسیاری به اثبات رسیده است (Irianto و Austin، ۲۰۰۲)، درحالی‌که درخصوص ماهیان زینتی تحقیقات کمی صورت گرفته است (Avella و همکاران، ۲۰۱۰؛ Ghosh و همکاران، ۲۰۰۸).

باکتری‌های اسیدلاکتیک محبوب‌ترین نوع باکتریایی هستند که به‌عنوان پروبیوتیک مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مطالعه، از پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* استفاده گردید، که یک باکتری اسیدلاکتیک می‌باشد، در بررسی‌هایی که بر روی این سویه در آبزین صورت پذیرفت، گزارش گردید که ایجاد کلونی در دستگاه گوارش توسط این باکتری در تمام گروه‌های تغذیه شده با پروبیوتیک با موفقیت صورت پذیرفت. ایجاد کلونی موفق در لوله گوارش توسط *P. acidilactici* منجر به یک روند افزایشی در رشد، بقاء و تحریک سیستم ایمنی می‌گردد (Ferguson و همکاران، ۲۰۱۰). از آن‌جاکه، ماهیان زینتی از این نظر به‌ندرت مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، بنابراین پتانسیل کاربرد این سویه در ماهیان زینتی نامشخص باقی‌مانده است. پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* از طریق تولید pediocins و اسیدهای آلی (مانند لاکتیک و اسیدلاکتیک) منجر به عملیات آنتاگونیستیک در مقابل تعداد زیادی از باکتری‌های گرم مثبت و منفی می‌گردد (Ferguson و همکاران، ۲۰۱۰). پروبیوتیک‌ها علاوه بر تولید باکتریوسین‌ها از طریق

تولید آنزیم‌های گوارشی نظیر آمیلاز و پروتاز و تولید مواد مغذی ضروری (ویتامین‌ها، اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه) سبب افزایش میزان هضم و جذب مواد غذایی شده که این خود سبب بهبود شاخص‌های رشد، و بهبود ضریب تبدیل غذایی می‌گردد (Firouzbaksh و همکاران، ۲۰۱۱).

مطالعه فاکتورهای خونی، به‌عنوان یک ابزار پاراکلینیکی و یک شاخص برای بررسی وضعیت سلامت و تغییرات فیزیولوژیک و پاتولوژیک ماهی‌ها از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (Ferguson و همکاران، ۲۰۱۰). خون حساس‌ترین بافت بدن نسبت به تغییرات ایجاد شده در موجودات زنده بوده و در تحقیقات ماهی‌شناسی کاربرد وسیعی دارد. تحقیقاتی در زمینه تأثیر پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* بر روی شاخص‌های خونی صورت گرفته است از جمله: قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Merrifield و همکاران، ۲۰۰۹) و تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) (Ferguson و همکاران، ۲۰۱۰). اگرچه فعالیت‌های انجام شده در زمینه کاربرد پروبیوتیک‌ها در آبی‌پروری بسیار زیادند، اما پیشینه چنین تحقیقاتی در ماهیان آکواریومی بسیار کم‌رنگ بوده و حتی در مواردی مانند سوروم دیده نمی‌شود، که علت آن را می‌توان در ناشناخته بودن صنعت تکثیر و پرورش ماهیان زینتی دانست (پورداد و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به این‌که این موضوع مدت زمان زیادی است که در کشورهای بزرگ تولیدکننده آبزین مورد مطالعه و استفاده قرار گرفته و با عنایت به فواید بسیار زیادی که این محصولات در صنایع آبی‌پروری دارند و نیز با توجه به رشد روز افزون صنعت آبی‌پروری در ایران، نیاز به این قبیل پژوهش‌ها احساس می‌شود.

گونه *Heros severus* متعلق به خانواده Cichlidae حدود سی سال پیش وارد ایران شد و به سبب ظاهر و زیبایی آن یکی از گونه‌های پرطرفدار در میان ماهیان زینتی محسوب می‌شود. با توجه به این‌که خانواده Cichlidae علاوه بر گونه‌های تزینتی، انواع معروف پرورشی جهت استفاده غذایی را در خود دارد لذا می‌توان نتایج حاصله را به آن‌ها نیز تعمیم داد (پورداد و همکاران، ۱۳۸۹). سوروم نسبت به شرایط محیطی حساس است و به‌همین جهت، حضور آن‌ها در یک محیط، کیفیت بالای شرایط زیستی را مشخص می‌کند. لذا این گونه، به‌عنوان نماینده بسیاری از ماهیان آکواریومی در تحقیقات، توصیه می‌شود (Johnson و همکاران، ۱۹۹۶).

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر گونه باکتریایی

*Pediococcus acidilactici* بر شاخص‌های رشد، میزان



ماهی) با ابعاد  $40 \times 30 \times 50$  به طور کاملاً تصادفی در مرکز پرورش ماهیان زینتی واقع در تهرانپارس رهاسازی شدند. پس از سپری شدن دو هفته دوره سازگاری، تغذیه ماهیان با جیره‌های غذایی تهیه شده آغاز گردید. آب مورد استفاده برای پرورش ماهیان در طول دوره از نقطه نظر فاکتورهای دما، اکسیژن محلول، pH، نیتريت و سختی مورد پایش قرار گرفت و فاکتورهای فوق در قالب مقادیر میانگین در جدول ۱ ارائه شده است. برای حفظ کیفیت آب در طی دوره از فیلتر شنی استفاده شد و ۴۰ درصد حجم کل آب هر سه روز یکبار تعویض گردید.

بازماندگی، شاخص‌های تغذیه‌ای و فاکتورهای خونی ماهی زینتی سوروم (*Herostys severus*) و تعیین دوز موثر آن می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

**طراحی آزمایش:** در سال ۱۳۹۱ به منظور بررسی تاثیر پروبیوتیک تعداد ۱۲۰ عدد بچه‌ماهی سوروم (*Herostys severus*) با میانگین وزن اولیه  $0.1 \pm 0.053$  گرم و میانگین طول کل  $2.3 \pm 0.027$  میلی‌متر که همگی از یک والد بودند از مرکز تکثیر و پرورش واقع در شهریار تهیه و در قالب ۴ تیمار هر کدام با سه تکرار در ۱۲ آکواریوم (هر کدام دارای ۱۰ عدد

جدول ۱: دامنه تغییرات پارامترهای آب آکواریوم‌ها در طول دوره پرورش

| فاکتور | pH      | دما<br>(سانتی‌گراد) | اکسیژن محلول<br>(میلی‌گرم/لیتر) | نیتريت<br>(میلی‌گرم/لیتر) | سختی کل         |
|--------|---------|---------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------|
| مقدار  | ۶/۵-۷/۵ | $25.36 \pm 0.05$    | ۶/۵-۸                           | $34 \pm 8/18$             | $315 \pm 37/74$ |

روغن جیره حل شده و به طور یکنواخت بر روی وعده غذایی پاشیده می‌شد. تغذیه ماهیان متناسب با میزان اشتها روزانه، به میزان ۵ درصد از وزن بدن (Javaher و Suman، ۲۰۰۸) در ساعات ۸، ۱۲ و ۱۶ (سه نوبت) انجام می‌گرفت.

جیره‌های مورد نظر پس از آماده‌سازی برای حصول اطمینان از کیفیت و ترکیب تقریبی به آزمایشگاه منتقل شدند و میزان پروتئین با استفاده از روش کج‌لدال و چربی خام مطابق با روش سوکسله توسط دستورالعمل AOAC (۱۹۹۰) اندازه‌گیری گردید. رطوبت، فیبر، خاکستر، کربوهیدرات نیز به روش استاندارد AOAC (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد (Williams، ۱۹۹۰).

پس از اتمام دوره پرورش، به منظور بررسی عملکرد رشد در تیمارهای مختلف، با توجه به مقادیر طول و وزن ماهیان در زیست‌سنجی‌های انجام شده (هر ۱۵ روز یکبار)، از شاخص‌های رشد استفاده گردید.

**ساخت جیره آزمایش:** جیره پایه مورد استفاده برای تغذیه ماهیان با استفاده از نرم‌افزار Win feed ۲/۸ و با استفاده از مواد اولیه به شرح جدول ۲ تهیه گردید. سپس پروبیوتیک (*Pediococcus acidilactici* CNCM-MA 18/5 M, Lallemend, France) در سه سطح مختلف شامل: تیمار یک: ماهیان تغذیه شده با یک گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره (T<sub>1</sub>)، تیمار دو: ماهیان تغذیه شده با دو گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره (T<sub>2</sub>)، تیمار سه: ماهیان تغذیه شده با ۳ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره (T<sub>3</sub>)، به عنوان مکمل به جیره پایه ایزوکالریک و ایزونیتروژنوس اضافه گردید. گروه شاهد (C) ماهیان تغذیه شده با جیره پایه فاقد پروبیوتیک بودند. پس از بالانس جیره توسط نرم‌افزار Win feed ۲/۸، مقادیر تعیین شده اقلام غذایی در جیره‌های غذایی، وزن گردیدند و سپس مخلوط گردیدند. پس از مخلوط کردن مواد اولیه خشک، آب و مقداری از روغن به مواد خشک اضافه گردید تا یک خمیر نجسب به وجود آمد. خمیر تهیه شده به رشته‌های اکستروژن تبدیل و به مدت ۸ ساعت در دستگاه آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و خشک شد و در داخل کیسه‌های پلاستیک در یخچال نگهداری شدند. جیره‌های غذایی هر ۲ هفته یکبار با توجه به اندازه دهان ماهیان خورد شده و با الک مورد نظر الک شد. هر روز قبل از غذادهی به ماهیان پروبیوتیک مورد نظر در بخشی از



جدول ۲: اجزای غذایی و آنالیز شیمیایی تقریبی جیره‌های آزمایشی حاوی پروبیوتیک بر حسب درصد

| مواد غذایی                 | تیمار ۱ | تیمار ۲ | تیمار ۳ | شاهد   |
|----------------------------|---------|---------|---------|--------|
| آرد ماهی                   | ۴۷/۵    | ۴۷/۵    | ۴۷/۵    | ۴۷/۵   |
| آرد مخمر                   | ۱۱/۴۳   | ۱۱/۴۳   | ۱۱/۴۳   | ۱۱/۴۳  |
| گلوتن گندم                 | ۸/۸     | ۸/۸     | ۸/۸     | ۸/۸    |
| آرد گندم                   | ۷/۰۵    | ۷/۰۵    | ۷/۰۵    | ۷/۰۵   |
| سبوس گندم                  | ۷/۵۶    | ۷/۵۶    | ۷/۵۶    | ۷/۵۶   |
| دی کلسیم فسفات             | ۱       | ۱       | ۱       | ۱      |
| روغن سویا                  | ۱/۷     | ۱/۷     | ۱/۷     | ۱/۷    |
| افزودنی*                   | ۱۵      | ۱۵      | ۱۵      | ۱۵     |
| پروبیوتیک (گرم در کیلوگرم) | ۱       | ۲       | ۳       | -      |
| <b>آنالیز شیمیایی:</b>     |         |         |         |        |
| ماده خشک (%)               | ۹۲/۷    | ۹۲/۷    | ۹۲/۷    | ۹۲/۷   |
| پروتئین خام                | ۴۰/۳    | ۴۰/۳    | ۴۰/۳    | ۴۰/۳   |
| چربی خام                   | ۱۰/۷    | ۱۰/۷    | ۱۰/۷    | ۱۰/۷   |
| فیبر                       | ۲/۹     | ۲/۹     | ۲/۹     | ۲/۹    |
| خاکستر                     | ۹/۱     | ۹/۱     | ۹/۱     | ۹/۱    |
| کربوهیدرات                 | ۸/۸     | ۸/۸     | ۸/۸     | ۸/۸    |
| انرژی                      | ۲۴۴/۵۲  | ۲۴۴/۵۲  | ۲۴۴/۵۲  | ۲۴۴/۵۲ |

\*مواد افزودنی شامل: آستاگزانتین ۳ درصد، آنتی‌اکسیدان ۰/۱ درصد، هم‌بند ۵ درصد، مخلوط مواد معدنی ۱/۵ درصد، مخلوط مواد ویتامینی ۲ درصد، ضد قارچ ۰/۴ درصد، متیونین ۱ درصد، لیزین ۱ درصد، پودر سیر ۱ درصد

شاخص‌های رشد از طریق فرمول‌های زیر محاسبه گردید

(Ferguson و همکاران، ۲۰۱۰؛ Merrifield و همکاران، ۲۰۰۹):

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

$100 \times \text{وزن اولیه (گرم)} / \text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)} = \text{درصد افزایش وزن بدن (WG\%)}$

$100 \times [\text{تعداد روزهای غذادهی} / \text{لگاریتم وزن اولیه (گرم)} - \text{لگاریتم وزن نهایی (گرم)}] = \text{ضریب رشد ویژه وزنی (SGRw)}$

وزن بدن (گرم) / غذای مصرفی (گرم) = ضریب تبدیل غذایی (FCR)

$100 \times [\text{وزن نهایی ماهیان در انتهای پرورش (گرم)} / \text{طول نهایی ماهیان در انتهای پرورش (سانتی‌متر)}] = \text{ضریب چاقی (CF)}$

$100 \times (\text{تعداد ماهیان در وزن اولیه} / \text{تعداد ماهیان در وزن نهایی}) = \text{درصد بقا (SR)}$

ضدانعقاد خون هیپارین، خون‌گیری صورت پذیرفت. برای شمارش گلبول قرمز و سفید با استفاده از سمپلر و محلول رقیق‌کننده نات هریک خون را رقیق نموده و با استفاده از لام هموسیستمتر نتوبار اقدام به شمارش گلبول قرمز و سفید گردید (Firouzbaksh و همکاران، ۲۰۱۱). برای اندازه‌گیری هموگلوبین از روش سیان مت هموگلوبین استفاده شد و میزان هماتوکریت از روش میکرو هماتوکریت (Blaxhall، ۱۹۷۲) محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری

**بررسی فاکتورهای خونی:** در پایان دوره ۹۰ روزه

پرورش، پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان قطع تغذیه، ۸ تا ۱۰ عدد از ماهیان هر آکواریوم به‌طور تصادفی صید گردید و ماهیان به‌طور زنده در پلاستیک‌های دوجداره مخصوص حمل و نقل بچه‌ماهیان، با رعایت اصول حمل و نقل به آزمایشگاه پلی‌کلینیک تخصصی حیوانات خانگی سعادت‌آباد انتقال یافتند. سپس ماهیان را خشک کرده و با استفاده از تیغ، ساقه دمی آن‌ها قطع گردید. پس از آن، با لوله‌های موئینه آغشته با ماده



## نتایج

بازده رشد، میزان بقاء و شاخص تغذیه: در شروع آزمایش تفاوت معنی داری بین تیمارهای مورد بررسی به لحاظ وزنی وجود نداشت و سه گروه مورد بررسی، به لحاظ میانگین وزنی از وضعیت یکسانی برخوردار بودند ( $P > 0.05$ ). نتایج مقایسه میانگین نشان می دهد که ماهیان هر سه تیمار تغذیه شده با جیره غذایی حاوی پروبیوتیک پس از ۹۰ روز، در مقایسه با گروه شاهد، اختلاف معنی داری را از نقطه نظر افزایش وزن نشان دادند ( $P < 0.05$ )، به گونه ای که ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۲ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره از وزن بیش تری در مقایسه با دو تیمار دیگر و گروه شاهد برخوردار بودند ( $P < 0.05$ ) (شکل ۱). همان طور که در شکل ۲ مشخص شده است در شروع آزمایش تفاوت معنی داری بین تیمارهای مورد بررسی به لحاظ طول اولیه وجود نداشت و چهار گروه مورد بررسی، به لحاظ میانگین طولی از وضعیت یکسانی برخوردار بودند ( $P > 0.05$ ). پس از گذشت ۹۰ روز از تغذیه ماهیان در پایان دوره اختلاف معنی داری در میزان طول کل ماهیان گروه های شاهد و تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک مشاهده شد ( $P < 0.05$ ).

شاخص های MCV، MCH و MCHC از فرمول های زیر استفاده شد (Firouzbakhsh و همکاران، ۲۰۱۱).

حجم متوسط گلبول قرمز خون (MCV) ( $\mu\text{m}^3$ ):

$$[HCT \div RBC \text{ (million)}] \times 10^6$$

هموگلوبین متوسط گلبول قرمز خون (MCH) (pg/cell):

$$[Hb \div RBC \text{ (million)}] \times 10^6$$

غلظت متوسط هموگلوبین سلول قرمز (MCHC) (g/dl):

$$(Hb \div Hct) \times 100$$

آنالیز آماری: آنالیز آماری با ورود داده های حاصل از انجام

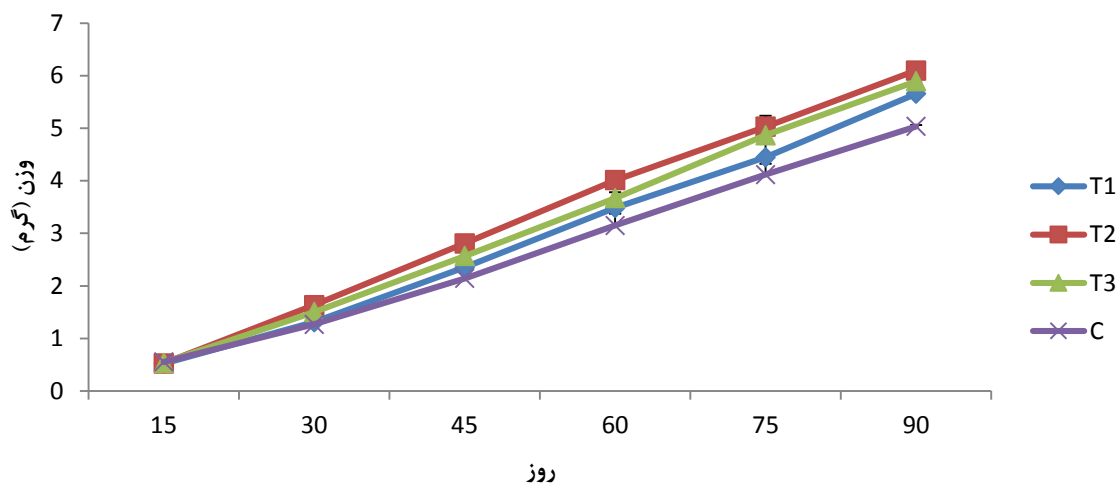
زیست سنجی و آزمایش خون به صفحات گسترده Excel آغاز گردید. در نرم افزار اکسل میانگین داده ها محاسبه گردید و سپس به نرم افزار SPSS نسخه ۱۳ منتقل شد تا از نظر وجود میزان اختلاف معنی دار بین تیمارها بررسی شوند. با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov نرمال بودن پراکنش داده ها مشخص شد و سپس با استفاده از آزمون One-Way ANOVA وجود یا عدم وجود اختلاف بین تیمارها بررسی گردید و پس از مشاهده اختلاف معنی دار از آزمون Post hoc LSD در سطح معنی داری ( $P < 0.05$ ) برای بررسی اختلاف معنی دار بین تکرارها استفاده گردید.

جدول ۳: مقایسه شاخص های رشد، تغذیه و درصد بقاء (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) ماهیان سوروم تغذیه شده با سطوح متفاوت پروبیوتیک و گروه شاهد طی ۹۰ روز پرورش

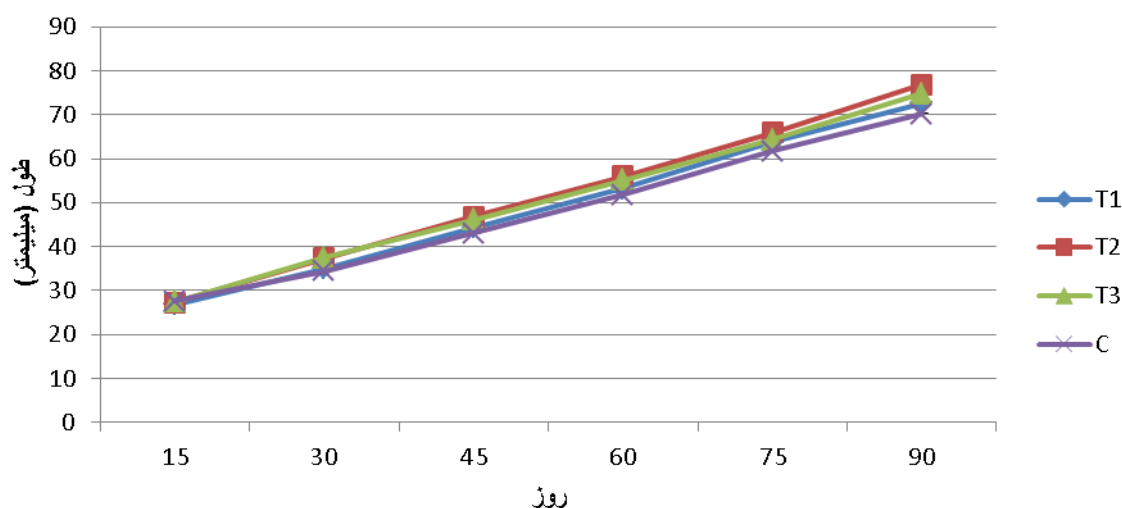
| فاکتور                 | تیمار ۱                        | تیمار ۲                         | تیمار ۳                         | شاهد                           |
|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| افزایش وزن (گرم)       | ۵/۱۳ $\pm$ ۰/۱۳ <sup>b</sup>   | ۵/۵۵ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>a</sup>    | ۵/۳۵ $\pm$ ۰/۱۰ <sup>ab</sup>   | ۴/۴۸ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>c</sup>   |
| درصد افزایش وزن بدن    | ۹۹۸/۱ $\pm$ ۹۵/۷۴ <sup>a</sup> | ۱۰۲۶/۸ $\pm$ ۴۲/۹۵ <sup>a</sup> | ۱۰۰۸/۰ $\pm$ ۶۶/۴۵ <sup>a</sup> | ۸۱۵/۲ $\pm$ ۴۹/۴۲ <sup>a</sup> |
| افزایش طول (سانتی متر) | ۴۵/۷۶ $\pm$ ۰/۳۳ <sup>b</sup>  | ۴۹/۶۳ $\pm$ ۰/۲۶ <sup>a</sup>   | ۴۷/۴۰ $\pm$ ۰/۳۰ <sup>b</sup>   | ۴۲/۶۶ $\pm$ ۰/۲۵ <sup>c</sup>  |
| ضریب رشد ویژه وزنی     | ۲/۶۵ $\pm$ ۰/۰۹ <sup>ab</sup>  | ۲/۶۸ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>a</sup>    | ۲/۲۶ $\pm$ ۰/۰۶ <sup>ab</sup>   | ۲/۴۵ $\pm$ ۰/۰۶ <sup>b</sup>   |
| فاکتور وضعیت           | ۱/۴۷ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>a</sup>   | ۱/۳۴ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>b</sup>    | ۱/۴۰ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>ab</sup>   | ۱/۴۵ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>a</sup>   |
| ضریب تبدیل غذایی       | ۱/۵۸ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>b</sup>   | ۱/۴۶ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>a</sup>    | ۱/۵۱ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>ab</sup>   | ۱/۸۱ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>c</sup>   |
| درصد بقاء              | ۱۰۰ $\pm$ ۰/۰۰ <sup>a</sup>    | ۱۰۰ $\pm$ ۰/۰۰ <sup>a</sup>     | ۱۰۰ $\pm$ ۰/۰۰ <sup>a</sup>     | ۹۳/۳۳ $\pm$ ۳/۳۳ <sup>b</sup>  |

وجود حروف مشابه نشانه عدم وجود اختلاف معنی دار می باشد ( $P > 0.05$ )





شکل ۱: نمودار روند تغییرات وزن ماهیان سوروم تغذیه شده با سطوح مختلف پروبیوتیک و گروه شاهد طی ۹۰ روز پرورش



شکل ۲: نمودار روند تغییرات طول کل ماهیان سوروم تغذیه شده با سطوح مختلف پروبیوتیک و گروه شاهد طی ۹۰ روز پرورش

گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره به‌طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) افزایش می‌یابد و پس از آن در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱ گرم پروبیوتیک و شاهد به‌طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) کاهش می‌یابد. افزایش معنی‌داری در میزان هماتوکریت ماهیان سه تیمار تغذیه شده با پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد مشاهده گردید ( $P < 0/05$ ). در ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۲ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره دارای بیش‌ترین میزان هماتوکریت در مقایسه با سایر تیمارهای تغذیه شده با پروبیوتیک بود و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). میزان MCH در تیمارهای تغذیه شده با پروبیوتیک

**فاکتورهای خونی:** فاکتورهای خونی محاسبه شده برای ماهیان سوروم تغذیه شده با سطوح مختلف پروبیوتیک در این تحقیق در جدول ۴ ارائه شده است. افزایش معنی‌داری در تعداد گلبول‌های قرمز خون ماهیان سه تیمار تغذیه شده با پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* در مقایسه با گروه شاهد مشاهده گردید ( $P < 0/05$ ). ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۲ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره دارای بیش‌ترین تعداد گلبول قرمز در مقایسه با سایر تیمارهای تغذیه شده با پروبیوتیک و شاهد بود و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). مقدار هموگلوبین به‌ترتیب در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۲ و ۳

در تیمارهای پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافت که این اختلاف در تیمار ۲ در مقایسه با گروه شاهد معنی‌دار بود ( $P > 0.05$ ). حداکثر تعداد گلبول‌های سفید در تیمار ۲ مشاهده گردید که این افزایش از نظر آماری در مقایسه با گروه شاهد معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). هم‌چنین تعداد گلبول‌های سفید در سایر گروه‌های تغذیه شده با پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافته بود اما این تفاوت معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ).

در مقایسه با گروه شاهد کاهش یافته بود به طوری که کم‌ترین مقدار در تیمار ۲ مشاهده گردید، اما این اختلاف معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). کاهش معنی‌داری در مقدار MCV هر سه تیمار تغذیه شده با پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد مشاهده گردید ( $P < 0.05$ ). ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۲ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره دارای کم‌ترین مقدار MCV در مقایسه با سایر تیمارهای تغذیه شده با پروبیوتیک بود که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). میزان MCHC

جدول ۴: مقایسه پارامترهای خون‌شناسی (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) ماهیان سوروم تغذیه شده با سطوح مختلف پروبیوتیک و شاهد طی ۹۰ روز پرورش

| فاکتور   | تیمار               | تیمار ۱            | تیمار ۲             | تیمار ۳            | شاهد |
|--|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------|
| گلبول قرمز (تعداد در میلی‌متر مکعب $\times 10^6$ ) | ۴/۲۱ $\pm$ ۰/۰۶ c   | ۶/۳۷ $\pm$ ۰/۰۸ a  | ۵/۰۷ $\pm$ ۰/۲۹ b   | ۳/۰۵ $\pm$ ۰/۱۴ d  |      |
| هموگلوبین (گرم در دسی‌لیتر)                        | ۸/۱۸ $\pm$ ۱/۲۵ b   | ۱۰/۷۶ $\pm$ ۰/۵۰ a | ۹/۱۵ $\pm$ ۰/۵۸ ab  | ۶/۷۵ $\pm$ ۰/۱۲ b  |      |
| هماتوکریت (درصد)                                   | ۳۲/۲۳ $\pm$ ۰/۵۵ b  | ۳۴/۸۸ $\pm$ ۰/۲۲ a | ۳۳/۱۹ $\pm$ ۰/۳۵ b  | ۲۹/۹۶ $\pm$ ۰/۳۵ c |      |
| MCH (پیکوگرم)                                      | ۱۹/۴۷ $\pm$ ۳/۲۴ a  | ۱۶/۸۶ $\pm$ ۰/۶۱ a | ۱۸/۲۰ $\pm$ ۱/۸۴ a  | ۲۲/۲۶ $\pm$ ۱/۴۷ a |      |
| MCHC (گرم در دسی‌لیتر)                             | ۲۵/۴۵ $\pm$ ۴/۱۴ ab | ۳۰/۸۵ $\pm$ ۱/۴۰ a | ۲۷/۵۳ $\pm$ ۱/۵۱ ab | ۲۲/۵۵ $\pm$ ۰/۵۷ b |      |
| MCV (فمتولیتر)                                     | ۷۶/۴۲ $\pm$ ۰/۴۰ b  | ۵۴/۷۱ $\pm$ ۰/۵۲ a | ۶۵/۸۶ $\pm$ ۳/۶۹ c  | ۹۸/۵۶ $\pm$ ۴/۶۲ d |      |
| گلبول سفید (تعداد در میلی‌متر مکعب $\times 10^3$ ) | ۱۴/۲۲ $\pm$ ۱/۱۷ ab | ۱۶/۲۲ $\pm$ ۱/۱۷ a | ۱۵/۵۵ $\pm$ ۱/۴۵ a  | ۱۱/۹۴ $\pm$ ۰/۰۳ b |      |

وجود حروف مشابه نشانه عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $P > 0.05$ )

## بحث

بهبودی را در مقایسه با گروه شاهد دارا بودند که این تفاوت معنی‌دار بود.

به‌طور مشابه پورداود و همکاران (۱۳۸۹)، گزارش نمودند که ماهیان سوروم (*Heros severus*) تغذیه شده با پروبیوتیک *Saccharomyces cerevisiae* در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی‌داری در میزان افزایش وزن نشان دادند و به‌طور مشابه بیش‌ترین وزن به‌دست آمده در تیمار تغذیه شده با جیره حاوی ۲ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم غذا گزارش شده است. هم‌چنین، مدنی و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی که بر روی گرین ترور (*Andinocara rivulatus*) با میانگین وزنی ۳/۹۳ گرم به‌مدت ۸۴ روز انجام دادند، عملکرد رشد بهتری را در تیمارهای تغذیه شده با پروبیوتیک *P. acidilactici* در مقایسه با گروه شاهد مشاهده کردند، که این تفاوت معنی‌دار بود.

Gatesoupe (۲۰۰۲) افزایش وزن را در لاروهای pollock (*Pollachius virens*) تغذیه شده با آرتمیای غنی شده با *P. acidilactici* مشاهده نمود. Anderson (۲۰۱۳) در بررسی پروبیوتیک *P. acidilactici* بر فلور میکروبی ماهی قزل‌آلا با

شاخص‌های رشد، بقاء و تغذیه: با توجه به مشاهده اثر پروبیوتیک در بهبود بقاء، کاهش استرس‌های محیطی، محافظت در برابر عوامل بیماری‌زا و مزایای تغذیه‌ای آن‌ها، استفاده از پروبیوتیک‌ها می‌تواند نقش مهمی در تسهیل نگه‌داری و پرورش ماهیان زینتی داشته باشد (Merrifield و همکاران، ۲۰۰۹). اثر *Pediococcus acidilactici* برای طیفی از انواع آبزیان (Castex و همکاران، ۲۰۰۹؛ Merrifield و همکاران، ۲۰۰۹) مورد ارزیابی قرار گرفته است، اما در خصوص ماهیان زینتی گزارشی در دست نیست (Firouzbakhsh و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به ماهیت مبهم نتایج به‌دست آمده تاکنون و به‌دلیل سوالات بسیاری که بدون پاسخ باقی‌مانده است، پتانسیل کاربرد پروبیوتیک *P. acidilactici* در ماهیان زینتی هم‌چنان مبهم باقی‌مانده است، این باکتری دارای طیف وسیعی از مزایای بالقوه است که هنوز در دست بررسی است. در این تحقیق، نتایج نشان دادند که سوروم تغذیه شده با پروبیوتیک *P. acidilactici* کارایی رشد



میانگین وزنی ۳۱۱ گرم به مدت ۴ هفته تفاوت معنی‌داری را در رشد این ماهی مشاهده کرد.

پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* در این تحقیق توانست به‌میزان قابل توجهی بر معیارهای رشد تاثیر گذارد و عملکرد رشد را بهبود بخشد، مطالعات صورت گرفته مبین این موضوع است که این میکروارگانیسم‌ها در روده آبی مورد مطالعه، از طریق ترشح مواد خارج سلولی نظیر آنزیم‌های گوارشی باعث هضم و جذب بهتر غذا در روده ماهی می‌گردند (Ghosh و همکاران، ۲۰۰۸). به‌طور کلی نحوه مکانیسم عمل پروبیوتیک‌ها در افزایش رشد و تولید به این صورت می‌باشد که پروبیوتیک‌ها با مهیا نمودن شرایط مساعد برای رقابت تغذیه‌ای و بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید دستگاه گوارش، و کمک به فعالیت آنزیم‌ها برای گوارش، موجب افزایش کاتابولیسم و هضم مواد غذایی می‌شوند، که در نهایت منجر به افزایش میزان اشتها و افزایش تغذیه‌ی میزبان به‌دلیل تولید مکمل‌های آنزیم‌های گوارشی می‌شوند (Austin و Irianto، ۲۰۰۲)، که این امر در نهایت موجب افزایش سرعت و میزان رشد می‌گردد. همچنین از طریق تولید ویتامین‌ها و سم‌زدایی جیره غذایی (تولید ترکیبات مسمویت‌زدا) و تجزیه ترکیبات غیرقابل هضم در غذا، موجب افزایش اشتها و ایجاد شرایط تغذیه‌ای بهتر در آبی می‌شوند. علت کاهش رشد در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۳ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره غذایی در تحقیق حاضر می‌تواند به این دلیل باشد که استفاده بیش از حد از پروبیوتیک‌ها منجر به تداخل در متابولیسم طبیعی بدن و در نتیجه کاهش رشد در ماهیان این گروه نسبت به سایر تیمارها باشد که البته این مورد نیازمند بررسی بیشتر می‌باشد. در مقادیر بیش از حد پروبیوتیک، اثرات مثبت آن‌ها کاهش می‌یابد، زیرا امکان دارد باعث رقابت بین میزبان و باکتری بر سر مواد غذایی شود، همچنین باکتریوسین تولید شده توسط باکتری ممکن است در غلظت‌های بالا سبب کشته شدن خود باکتری شود (Irianto و Austin، ۲۰۰۲).

یکی از فاکتورهای مؤثر در اقتصادی بودن فرآیند پرورش آبیان پایین بودن ضریب تبدیل غذا (FCR) می‌باشد، چراکه کاهش بیش‌تر ضریب تبدیل غذایی علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید غذا و کاهش عمل‌گذاری به سبب مقدار کم‌تر غذادهی، از آلودگی ثانویه آب محیط پرورش و به‌تبع آن کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری خواهد کرد (Falahatkar و همکاران، ۲۰۰۶). در تحقیق حاضر، اختلاف معنی‌داری در میزان ضریب تبدیل غذایی بین ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک

در مقایسه با گروه شاهد، مشاهده شد. میزان SGR نیز در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد بیش‌تر بود. مطالعات گوناگونی روی پروبیوتیک در سال‌های گذشته منتشر شده است که گویای اثر آن بر کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش SGR در آبیان می‌باشد. Abraham و همکاران (۲۰۰۸) در ماهی طلائی (*Carassius auratus*) و دم شمشیری (*Xiphophorus helleri*) تغذیه شده با پروبیوتیک *Lactobacillus sp.* و *Bacillus sp.* نتایج مشابهی به‌دست آوردند. در ماهیان زینتی زنده‌زا *Poecilia reticulata*، *P. sphenops* و *X. maculatus* تغذیه شده با مکمل پروبیوتیک *Bacillus subtilis* مقادیر FCR پایین و SGR بالا مشاهده گردید این امر نشان می‌دهد که اضافه نمودن پروبیوتیک‌ها سبب بهبود استفاده از جیره غذایی می‌گردد (Ghosh و همکاران، ۲۰۰۸). Castex و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی رژیم غذایی میگوی *Litopenaeus stylirostris* که با جیره حاوی پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici*  $10^7$  و  $10^6$  CFU/g تغذیه شده بود، مشاهده کردند که ضریب تبدیل غذایی در انتهای آزمایش نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. با توجه موارد بالا می‌توان چنین بیان نمود که افزودن مکمل پروبیوتیکی به جیره ماهیان، موجب افزایش بهره‌وری از غذا و افزایش قابلیت هضم پروتئین، نشاسته و چربی می‌شود که این امر موجب کاهش مقدار غذای مورد نیاز برای افزایش رشد می‌گردد و موجب رشد بیش‌تر و ضریب تبدیل غذایی بهتر می‌گردد که این امر موجب کاهش هزینه‌های تولید می‌شود (Zirong و Yanbo، ۲۰۰۶).

با توجه به این‌که عمده‌ترین مخاطراتی که پرورش‌دهندگان ماهی با آن مواجه هستند، کاهش میزان ماندگاری آبی خصوصاً در مراحل اولیه زندگی می‌باشد؛ لذا بالا بردن و ارتقای سیستم ایمنی به‌ویژه در گونه‌های با ارزش و اقتصادی از اصلی‌ترین نیازهای پرورش‌دهندگان و مهم‌ترین رویکردهای محققان در این راستا می‌باشد (Ghosh و همکاران، ۲۰۰۸). ایجاد خواص سلامت بخش پروبیوتیک‌ها اساساً مدیون اثرات سرکوب‌کننده آن‌ها بر فلور مضر روده و حفظ و بهبود توازن این فلور به نفع خود و یا ترشح ترکیباتی مانند باکتریوسین‌ها که مانع از رشد سایر میکروارگانیسم‌ها می‌گردد، می‌باشد (Firouzbaksh و همکاران، ۲۰۱۱). به‌طور مشابه پورداود و همکاران (۱۳۸۹) بیان نمودند که بررسی تاثیر سطوح مختلف پروبیوتیک (*Saccharomyces cerevisiae*) بر زنده مانی، نشان‌دهنده آن است که پروبیوتیک تاثیر خود را در سطوح معنی‌دار بر زنده مانی سوروم





بیگانه مطرح می‌گردد، موجب تحریک سیستم دفاعی و افزایش تعداد گلبول‌های سفید و دیگر ترکیبات ایمنی می‌گردد (Firouzbakhsh و همکاران، ۲۰۱۱) که البته این مورد نیازمند بررسی‌های بیش‌تری می‌باشد.

MCH، MCV و MCHC در تشخیص انواع کم‌خونی‌ها و متعاقب آن در تشخیص فقر آهن مفید هستند (Alwan و همکاران، ۲۰۰۹). در تحقیق حاضر، تفاوت معنی‌داری در مقادیر حجم متوسط گلبول قرمز (MCV)، متوسط هموگلوبین گلبول قرمز (MCH) و میانگین غلظت هموگلوبین گلبول قرمز (MCHC) در ماهیان سوروم تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۲ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره در مقایسه با گروه شاهد مشاهده شد که مشابه با تحقیقات صورت گرفته بر روی ماهی زینتی گرین ترور تغذیه شده با مکمل *P. acidilactici* (مدنی و همکاران، ۱۳۹۲)، ماهی اسکار تغذیه شده با مکمل پروتکسین (Firouzbakhsh و همکاران، ۲۰۱۱) و ماهی تیلاپیا *O. niloticus* (Ferguson) تغذیه شده با *Pediococcus acidilactici* می‌باشد (همکاران، ۲۰۱۰). پایین بودن مقدار MCV می‌تواند به‌عنوان یک پارامتر خونی مثبت باشد زیرا با کوچک شدن حجم گلبول‌های قرمز حرکت آن‌ها در رگ‌های خونی آسان‌تر و سریع‌تر می‌گردد و از ایجاد لخته جلوگیری می‌کند (Ferguson و همکاران، ۲۰۱۰). هم‌چنین میزان گلبول قرمز، هماتوکریت، هموگلوبین در این آزمایش در ماهیان تغذیه شده با مکمل پروبیوتیک افزایش پیدا کردند که مشابه با نتایج به‌دست آمده برای ماهی اسکار تغذیه شده با مکمل پروتکسین می‌باشد (Firouzbakhsh و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به این‌که پروبیوتیک موجب افزایش متالوبیسم و در نتیجه افزایش نیاز به اکسیژن می‌گردد؛ از این رو افزایش تعداد RBC، موجب افزایش غلظت هموگلوبین و در نهایت منجر به افزایش ظرفیت حمل اکسیژن در ماهیان تغذیه شده با پروبیوتیک می‌گردد. بنابراین، احتمالاً چنین ماهیانی در شرایطی که اکسیژن بسیار نیاز می‌باشد توانایی بیش‌تری برای تامین اکسیژن به بافت‌ها دارا می‌باشند (Firouzbakhsh و همکاران، ۲۰۱۱).

در مجموع، نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن است که استفاده از پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* در سطوح مورد مطالعه، قابلیت تأثیرگذاری بالایی بر افزایش عملکرد رشد، تغذیه و بهبود پارامترهای خونی و به‌طور کلی افزایش سلامتی بچه‌ماهیان سوروم دارد و این پروبیوتیک می‌تواند مکمل مناسبی برای جیره غذایی بچه‌ماهی سوروم باشد. ضمناً در نتیجه آزمایش مشخص شد که افزودن این پروبیوتیک به میزان ۲ گرم در

نمایان کرده است. فاکتور وضعیت (CF) شاخص مفیدی در چرخه زیست‌شناسی و غذایی گونه‌ها بوده و راه دیگری برای بیان رابطه طول-وزن در یک ماهی معین است (Austin و Irianto، ۲۰۰۲). در تحقیق حاضر فاکتور وضعیت در سوروم تغذیه شده با پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد کم‌تر و این تفاوت معنی‌دار بود. نتایج مشابهی برای قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با پروبیوتیک *P. acidilactici* به‌دست آمد (Merrifield و همکاران، ۲۰۰۹).

یک میکروارگانیسم به‌منظور داشتن فعالیت مناسب و مطلوب باید با غلظت مناسب و کافی در جیره غذایی اضافه شود. برای جلوگیری از مصرف بیش‌از حد (صرف هزینه اضافی) و یا مصرف در سطح کم‌تر (بی اثر بودن) که منجر به اثر بخشی کم‌تر و هزینه‌های غیرضروری می‌گردد باید سطح پروبیوتیک موثر تعیین شود که نیاز به تحقیقات میدانی فراوان می‌باشد. به‌طور عمده، تعیین این‌که آیا به‌طور واقعی پروبیوتیک‌ها تأثیر مثبتی روی طعم غذا داشته و تغییری را در بهبود قابلیت هضم غذا ایجاد می‌نمایند نیز بسیار مهم می‌باشد (Austin و Irianto، ۲۰۰۲) که می‌تواند از اهداف تحقیق در آینده باشد.

**پارامترهای خونی:** خون حساس‌ترین بافت بدن نسبت به تغییرات ایجاد شده در موجودات زنده بوده و در تحقیقات ماهی‌شناسی کاربرد وسیعی دارد (Alwan و همکاران، ۲۰۰۹). در این مطالعه آنالیز هماتولوژی ماهیان سوروم تغذیه شده با مکمل پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* نشان داد که ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۲ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره افزایش بیش‌تری در تعداد کل WBC داشتند که نسبت به گروه شاهد معنی‌دار بود. به‌طور مشابه افزایش تعداد گلبول‌های سفید در قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با پروبیوتیک *Micrococcus luteus* (Austin و Irianto، ۲۰۰۲)، در اسکار (*Astronotus ocellatus*) که با مکمل پروبیوتیکی پروتوکسین تغذیه شده بود (Firouzbakhsh و همکاران، ۲۰۱۱)، هم‌چنین در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) تغذیه شده با جیره غذایی حاوی *Pediococcus acidilactici* (Merrifield و همکاران، ۲۰۰۹)، در تیلاپیا تغذیه شده با پروبیوتیک *P. acidilactici* (Ferguson و همکاران، ۲۰۱۰) مشاهده گردید. افزایش WBC احتمالاً به‌دلیل تحریک سیستم ایمنی توسط پروبیوتیک می‌باشد چرا که گلبول‌های سفید از منابع اصلی تولید لیزوزیم (شاخص ایمنی) هستند (Merrifield و همکاران، ۲۰۰۹). می‌توان چنین بیان نمود که یک دوز مناسب از میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک که وارد دستگاه گوارش ماهی می‌گردد به‌عنوان عوامل



- J.L. and Davies, S.J., 2010. The effect of *Pediococcus acidilactici* on the gut microbiota and immune status of on-growing red tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Applied Microbiology. Vol. 109, pp: 851-862.
12. Firouzbaksh, F.; Noori, F.; Khalesi, M. K. and Jani Khalili, K., 2011. Effects of a probiotic, protexin, on the growth performance and hematological parameters in the Oscar (*Astronotus ocellatus*) fingerlings. Journal Fish Physiol Biochem. Vol. 37, pp: 833-842.
  13. Gatesoupe, F.J., 2002. Probiotic and formaldehyde treatments of artemia nauplii as food for larval pollack, *Pollachius pollachius*. Journal Aquaculture. Vol. 212, pp: 347-360.
  14. Ghosh, S.; Sinha, A. and Sahu, C., 2008. Dietary probiotic supplementation in growth and health of live bearing ornamental fishes. Journal Aquac Nutr. Vol.14, pp: 289-299.
  15. Irianto, A. and Austin, B., 2002. Use of probiotics to control furunculosis in Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Journal of Fish Diseases. Vol. 25, No. 1-10, pp: 333-342.
  16. Javaher, A. and Suman, B., 2008. Effects of commercial aquaculture probiotic and fish gut antagonistic bacterial flora on the growth and disease resistance of ornamental fishes *Carassius auratus* and *Xiphophorus helleri*. Journal Aquatic science. pp: 45-68.
  17. Johnson, T.C.; Scholz, C.A.; Talbot, M.R.; Kelts, K.; Ricketts, R.D.; Ngobi, G.; Beuning, K.; Ssemmanda, I. and McGill, J.W., 1996. Late pleistocene desiccation of Lake Victoria and rapid evolution of Cichlid fishes. Science. Vol. 273, pp: 1091-1093.
  18. Merrifield, D.L.; Bradley, G.; Harper, G.M.; Baker, R.T.M.; Munn, C.B. and Davies, S.J., 2009. Assessment of the effects of vegetative and lyophilized *Pediococcus acidilactici* on growth, feed utilisation, intestinal colonisation and health parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal Aquaculture Nutrition. Vol.17, pp: 73-79.
  19. Williams, S., 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (AOAC) 15<sup>th</sup> edn, Virginia. 1298 p.
  20. Yanbo, W. and Zirong, X., 2006. Effect of probiotics for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. Journal Animal Feed Science and Technology. Vol. 127, pp: 283-292.
- کیلوگرم جیره غذایی، اثر مناسبی در افزایش فاکتورهای وزنی و کاهش ضریب تبدیل غذایی نسبت به سایر تیمارهای مورد مطالعه دارد.
- ## منابع
۱. پورداود، م.؛ سجادی، م.م. و بحری، ا.ه.، ۱۳۸۹. بررسی تاثیر جیره‌های غذایی حاوی مخمر ساکارومایسیس سرویزیا بر رشد، زنده مانی و مقاومت در برابر استرس‌های محیطی ماهی سوروم (*Heros severus*). مجله علمی آبیان و شیلات. سال ۱، پیش شماره ۱، صفحات ۲۳ تا ۳۱.
  ۲. مدنی، ن.؛ مورکی، ن.؛ انوار، ا.؛ منوچهری، ح. و قربانی، م.، ۱۳۹۲. اثر کاربرد پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* بر شاخص‌های رشد و پارامترهای خونی ماهی زینتی گرین ترور (*Andinocara rivulatus*). مجله پاتوبیولوژی مقایسه‌ای. دوره ۱، شماره ۲، صفحات ۱۲۹۱ تا ۱۳۰۲.
  3. Abraham, T.J; Mondal, S. and Babu, C.H.S., 2008. Effect of Commercial Aquaculture Probiotic and Fish Gut Antagonistic Bacterial Flora on the Growth and Disease Resistance of Ornamental Fishes *Carassius auratus* and *Xiphophorus helleri*. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol.25, No.1, pp: 27-30.
  4. Ajiboye, A. and Faturoti, E., 2011. Growth performance of *Synodontis nigrita* raised on different dietary crude protein levels. International Journal of Aquatic Science. Vol.2, No. 1, pp: 27-35.
  5. Alwan, S.F.; Hadi, A.A. and Shokr, A.E., 2009. Alterations in haematological parameter of fresh water fish. Tilapia Zilli exposed to Aluminium. Journal of Science and Its Applications. Vol.3, No.1, pp: 12-19.
  6. Anderson, A., 2013. The effect of the probiotic *Pediococcus acidilactici* on the gut microbiota ecology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*Walbaum). Journal the Plymouth Student Scientist. Vol.6, No.1, pp: 86-103.
  7. Avella, M.A.; Olivotto, I.; Silvi, S.; Place, A.R. and Carnevali, O., 2010. Effect of dietary probiotics on clownfish: a molecular approach to define how lactic acid bacteria modulate development in a marine fish. Am Journal Physiol Regul Integr Comp Physiol. Vol. 289, pp: 359-371.
  8. Blaxhall, P.C., 1972. The haematological assessment of the health of freshwater fish. Journal Fish Biol. Vol. 4, pp: 593-604.
  9. Castex, M.; Lemaire, P.; Wabete, N. and Chim, L., 2009. Effect of dietary probiotic *Pediococcus acidilactici* on antioxidant defences and oxidative stress status of shrimp *Litopenaeus stylirostris*. Aquaculture. Vol. 294, No. 3-4, pp: 306-313
  10. Falahatkar, B.; Soltani, M.; Abtahi, B.; Kalbassi, M.R.; Pourkazemi, M. and Yasemi, M., 2006. Effect of vitamin C on some growth parameters, survival and hepatosomatic index in juvenile cultured beluga (*Huso huso*). Journal Pajouhesh va-Sazandegi. Vol.72, pp: 98-103.
  11. Ferguson, R.M.W.; Merrifield, D.L.; Harper, G.M.; Rawling, M.D.; Mustafa, S.; Picchietti, S.; Balca' zar,

