

## اثر پریوتیک کیتوزان بر عملکرد رشد، پارامترهای هماتولوژیکی، بازماندگی و مقاومت در برابر تنش شوری در بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

- مهدی سامع\*: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۸۷-۴۹۱۷۵
- محمدرضا ایمان پور: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۸۷-۴۹۱۷۵
- ولی اله جعفری: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۸۷-۴۹۱۷۵
- علیرضا عالیشاهی: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۸۷-۴۹۱۷۵

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۴

### چکیده

هدف از این تحقیق بررسی اثرات کیتوزان بر عملکرد رشد، برخی شاخص‌های هماتولوژیکی، بازماندگی و مقاومت در برابر تنش شوری بچه ماهیان کپور معمولی بود. ماهیان ( $1/219 \pm 0/033$  گرم) به چهار گروه تقسیم شدند که با جیره‌های حاوی سطوح مختلف کیتوزان؛ ۰ (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد به مدت ۵۴ روز تغذیه شدند. نتایج نشان داد که در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی کیتوزان، وزن نهایی و افزایش وزن، به طور معنی داری افزایش داشت ( $P < 0/05$ ). علاوه بر این، ضریب تبدیل غذا و MCH ماهیان تیمار شده با کیتوزان در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی دار داشت ( $P < 0/05$ ). از سوی دیگر، ضریب چاقی در ماهیان تغذیه شده با ۰/۵ درصد کیتوزان افزایش معنی داری داشت ( $P < 0/05$ ). با این حال، نرخ رشد ویژه، بازماندگی و MCV بین تیمارهای مختلف و گروه شاهد اختلاف معنی داری نداشت ( $P > 0/05$ ). در تعداد گلبول‌های سفید در تیمار ۱٪ و میزان هماتوکریت در تیمارهای ۱ و ۰/۵٪ کاهش معنی داری وجود داشت ( $P < 0/05$ ). همچنین، تعداد گلبول‌های قرمز و MCHC به ترتیب در تیمارهای ۲ و ۰/۵٪ افزایش معنی داری داشت ( $P < 0/05$ ). نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که کیتوزان جیره به طور مثبت بر عملکرد رشد و پارامترهای خون شناسی بچه ماهیان کپور معمولی اثر دارد.

**کلمات کلیدی:** رشد، خون، پریوتیک، کیتوزان، کپور معمولی، استرس



## مقدمه

تغذیه مناسب به عنوان یک فاکتور حیاتی در ارتقاء رشد طبیعی و سالم نگه داشتن ماهی شناسایی شده است (رهنما و همکاران، ۱۳۹۲) و قسمت اعظم هزینه پرورش را تشکیل می‌دهد (نوری و همکاران، ۱۳۸۹). امروزه در صنعت آبی‌پروری برای بهبود سلامت و افزایش مقاومت آبیان در برابر بیماری‌ها استفاده از مکمل‌های غذایی جهت ارتقاء رشد و ایمنی متداول گردیده است (Gatlin و Li، ۲۰۰۴). استفاده از مکمل‌های غذایی مانند پریبیوتیک‌ها علاوه بر کاهش نیاز به استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در آبی‌پروری به عنوان محرک رشد و ایمنی مطرح هستند (Merrifield و همکاران، ۲۰۱۰). پریبیوتیک‌ها عناصر غذایی غیرقابل هضمی هستند که از طریق تحریک رشد یا فعال کردن یک یا تعداد معدودی از گونه‌های باکتریایی که در روده وجود دارند، اثرات سودمندی بر میزبان داشته و سلامتی آن را بهبود می‌بخشند (جهان جو و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین پریبیوتیک‌ها باعث بهبود و تعادل میکروفلور روده و افزایش مکانیسم دفاعی میزبان می‌شوند (اسمعیلی‌راد و همکاران، ۱۳۹۳). عناصر غذایی که به عنوان پریبیوتیک طبقه‌بندی می‌شوند باید خواصی را داشته باشند از جمله این که در بخش‌های فوقانی دستگاه گوارش نباید هضم و جذب شوند، توسط یک یا تعدادی از باکتری‌های مفید روده به صورت گزینشی تخمیر شوند و فلور میکروبی روده را به تولید ترکیبات سالم سوق دهند (Fooks و همکاران، ۲۰۰۲).

یکی از انواع پریبیوتیک محرک رشد و ایمنی مناسب در آبیان کیتوزان است (Cheba، ۲۰۱۱). کیتوزان یک ماده پلی‌مری خطی بوده و دارای گروه آمین فعال و گروه هیدروکسیل فعال می‌باشد و به عنوان فراوان‌ترین پلی‌مریولوژیک بعد از سلولز در جهان مطرح می‌باشد. این ماده توسط دی‌استیلاسیون قلیایی از کیتین زمانی که درجه استیلاسیون به حدود ۵۰ درصد می‌رسد، به دست می‌آید. در طبیعت به طور وسیعی گسترده می‌باشد و در اسکلت خارجی سخت پوستان، حشرات، دیواره برخی میکروب‌ها مثل قارچ اسپریژیلوس وجود دارد، ولی بیش‌ترین مقدار نسبی این ماده در پوسته میگو موجود می‌باشد (Kumar، ۲۰۰۰). کیتوزان دارای خواص بیولوژیکی مانند افزایش، تحریک و تعدیل ایمنی (Lin و همکاران، ۲۰۱۲، Maqsood و همکاران، ۲۰۱۰)، اثرات ادجوانتی (Boonyu و همکاران، ۲۰۰۷)، افزایش رشد (Kono و همکاران، ۱۹۸۷)، فعالیت ضد میکروبی (No و همکاران، ۲۰۰۲) و آنتی‌اکسیدانی (Yen و همکاران، ۲۰۰۸) می‌باشد. اثر مثبت این مکمل پروبیوتیکی بر رشد کفشک ماهی

زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) (Cha و همکاران، ۲۰۰۸)، *Rachycentron canadum* (Geng و همکاران، ۲۰۱۱) و بچه ماهیان سفید (کمالی و همکاران، ۱۳۹۴)، گزارش شده است. بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک آبیان را در نتیجه بهبود ارتقاء فرمولاسیون جیره، علاوه بر شاخص‌های رشد می‌توان با فاکتورهای خونی نیز ردیابی کرد (Nayak و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین، بررسی فاکتورهای هماتولوژیک در ماهی، هم برای بررسی وضعیت سلامتی ماهی و هم برای بررسی اثرات احتمالی برخی مواد ضدتغذیه‌ای اهمیت داد (Lin و همکاران، ۲۰۱۱).

ماهیان گرمابی به‌ویژه ماهی کپور در کشور، گونه‌ای با محبوبیت و بازارپسندی بالا می‌باشد (Boonyu و همکاران، ۲۰۰۷). در سال‌های اخیر عدم رشد مناسب و تلفات نسبتاً بالا به عنوان چالش‌های جدی فراوری پرورش این ماهی بوده است. به نظر می‌رسد یکی از گزینه‌ها با توجه به شرایط کشور، استفاده از محرک‌های رشد و ایمنی باشد (اسمعیلی‌راد و همکاران، ۱۳۹۳). لذا در این مطالعه اثر کاربرد پریبیوتیک کیتوزان در رژیم غذایی ماهی کپور معمولی بر عملکرد رشد، شاخص‌های خونی، بازماندگی و مقاومت در برابر تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

**تهیه ماهی و طرح آزمایش:** این پژوهش در تابستان ۱۳۹۳ در مرکز تحقیقات آبی‌پروری شهیدفضلی برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. در این مطالعه، تعداد ۳۰۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی از کارگاه تکثیر و پرورش ماهی کلمه سیچوال در استان گلستان تهیه و به مدت دو هفته آدپتاسیون انجام شد. آزمایش به صورت کاملاً تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار در هر سطح، به مدت ۵۴ روز انجام شد. در هر آکواریوم ۲۰ قطعه ماهی ( $1/219 \pm 0/033$  گرم) قرار گرفت. هر تیمار به میزان ۳٪ وزن بدن، ۳ بار در روز تغذیه می‌شدند. هر ۱۴ روز، ماهیان هر تیمار از نظر وزنی سنجش شده و مقدار غذایی براساس وزن تنظیم می‌شد. مدفوع و دیگر مواد باقی‌مانده هر روز صبح از مخازن سیفون می‌شد. در طول دوره پرورش دمای آب  $24 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول در آب  $5/9 \pm 0/65$  میلی‌گرم در لیتر و pH آب  $7/8 \pm 0/07$  بود.

**تهیه جیره غذایی:** چهار سطح مکمل پریبیوتیکی کیتوزان شامل ۰ (تیمار ۱)، ۰/۰۵ (تیمار ۲)، ۱ (تیمار ۳) و ۲٪ (تیمار ۴) در جیره در نظر گرفته شد. برای آماده‌سازی جیره‌های آزمایش، پریبیوتیک کیتوزان در آب حل گردید و بر طبق روش

وزن در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ) به طوری که بیشترین مقادیر در ماهیان تیمار شده با کیتوزان ثبت شد. علاوه بر این، ضریب تبدیل غذا در ماهیان تغذیه شده با کیتوزان در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ). به طوری که کمترین مقدار  $1/619 \pm 0/035$  در تیمار ۲ درصد کیتوزان و بیشترین مقدار  $2/172 \pm 0/133$  در گروه شاهد ثبت شد. نرخ رشد ویژه و درصد بازماندگی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نداشت ( $P > 0/05$ )، با این حال بالاترین نرخ رشد ویژه مربوط به ماهیان تیمار شده با کیتوزان بود. فاکتور وضعیت در ماهیان تیمار شده با کیتوزان  $0/5$  درصد در مقایسه با سایر تیمارها افزایش معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ).

جدول ۲ مقادیر شاخص‌های هماتولوژی کپور معمولی را در پایان آزمایش نشان می‌دهد. در این مطالعه، میزان گلبول‌های سفید در بین گروه‌های تغذیه شده با کیتوزان ۱ درصد در مقایسه با سایر تیمارها کاهش معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ). میزان MCH و هماتوکریت در ماهیان تیمار شده با کیتوزان در مقایسه گروه شاهد کاهش معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ )، با این حال میزان هماتوکریت در تیمار ۲ درصد کیتوزان در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت ( $P > 0/05$ ). مقادیر حجم متوسط گلبولی (MCV) در بین تیمارها با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P > 0/05$ ). مقدار MCHC در ماهیان تغذیه شده با کیتوزان  $0/5$  درصد و تعداد گلبول قرمز در گروه‌های تیمار شده با کیتوزان ۲ درصد افزایش معنی‌داری در مقایسه با گروه شاهد نشان داد ( $P < 0/05$ )، با این حال سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نداشت ( $P > 0/05$ ).

نتایج مربوط به بازماندگی تیمارهای مختلف بعد از تنش شوری در شکل ۱ نشان داده شده است. طبق نتایج به دست آمده از این مطالعه، میزان بازماندگی در ماهیان تغذیه شده با کیتوزان در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ). با این حال، تیمار ۴ با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P > 0/05$ ).

مورد استفاده توسط Liu و Chang (۲۰۰۲) روی غذای تجاری (انرژی ۳۰۰۱) اسپری شد. همه تیمارهای تهیه شده به مدت ۲ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در معرض جریان هوا قرار داده شد تا آب مخلوط شده با غذا تبخیر گردد (ناصری و همکاران، ۱۳۸۷).

**پارامترهای رشد:** در پایان دوره ۵۴ روزه، همه ماهیان در هر گروهی به وسیله ترازو دیجیتالی وزن شدند و میزان افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذا و ضریب چاقی با استفاده از فرمول‌های زیر به عنوان شاخص‌های عملکرد رشد محاسبه گردید (Misra و همکاران، ۲۰۰۶).

(وزن اولیه - وزن نهایی) = افزایش وزن

= نرخ رشد ویژه (درصد در روز)

$100 \times$  [طول دوره پرورش ÷ (لگاریتم طبیعی وزن اولیه - لگاریتم طبیعی وزن نهایی)]

= ضریب چاقی

$100 \times$  [۳ (طول کل ماهی بر حسب سانتی‌متر) ÷ وزن ماهی بر حسب گرم]

= ضریب تبدیل غذا

$100 \times$  [میزان افزایش وزن ÷ میزان غذای مصرف شده]

**سنجش پارامترهای هماتولوژیکی:** به منظور آنالیز

هماتولوژی، نمونه‌های خون با قطع ساقه دمی در لوله‌های هپارینه نگه‌داری و فوراً به بیمارستان طالقانی شهر گرگان انتقال داده شد. پس از ۵۴ روز تغذیه، جهت بررسی اثر پربیوتیک کیتوزان بر مقاومت بچه‌ماهیان کپور معمولی در برابر تنش شوری، تیمارها به مدت دو روز تحت تنش شوری ۱۵ ppt قرار گرفت و درصد بازماندگی آن‌ها طبق فرمول زیر اندازه‌گیری شد:

= درصد بازماندگی

$100 \times$  (تعداد ماهیان موجود در شروع آزمایش ÷ تعداد ماهیان موجود در پایان آزمایش)

تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن جهت مقایسه میانگین‌ها انجام شد. اختلاف بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف با سطح اطمینان  $P < 0/05$  تعیین گردید. برای عملیات آماری از نرم‌افزار SPSS ۱۷ استفاده شد. داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار می‌باشد.

## نتایج

تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک کیتوزان بر شاخص‌های رشد و بازماندگی بچه‌ماهیان کپور معمولی در جدول ۱ نشان داده شده است. طبق نتایج به دست آمده، بچه‌ماهیان کپور معمولی تیمار شده با کیتوزان نسبت به گروه شاهد از رشد بهتری برخوردار می‌باشند. وزن نهایی، افزایش وزن و درصد افزایش



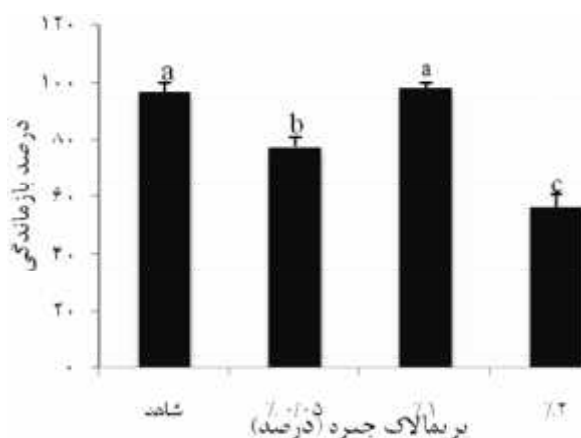
جدول ۱: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد بچه‌ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با مکمل پریبیوتیکی کیتوزان طی ۵۴ روز پرورش

شاخص	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲ (کیلوگرم/گرم ۰/۵)	تیمار ۳ (کیلوگرم/گرم ۱)	تیمار ۴ (کیلوگرم/گرم ۲)
میانگین وزن ابتدای دوره (گرم)	۱/۲±۰/۰۵۸ <sup>a</sup>	۱/۱۶۹±۰/۰۴۹ <sup>a</sup>	۱/۱۹۷±۰/۰۰۸ <sup>a</sup>	۱/۳۰۹±۰/۰۱۷ <sup>a</sup>
میانگین وزن انتهایی دوره (گرم)	۲/۵۹±۰/۰۷۵ <sup>c</sup>	۲/۶۱±۰/۰۳ <sup>c</sup>	۲/۸۹±۰/۰۴ <sup>b</sup>	۳/۲۷۵±۰/۰۳۳ <sup>a</sup>
افزایش وزن بدن (گرم)	۱/۳۹۳±۰/۱۲۸ <sup>c</sup>	۱/۴۴±۰/۰۲۵ <sup>c</sup>	۱/۷۰۳±۰/۰۴۳ <sup>b</sup>	۱/۹۶۶±۰/۰۳۴ <sup>a</sup>
درصد افزایش وزن بدن	۱۰۷/۵۳±۸/۳۵ <sup>c</sup>	۱۲۸/۲۵±۲/۹۷ <sup>b</sup>	۱۴۲/۲۸±۴/۱۵۳ <sup>ab</sup>	۱۵۰/۱۵±۳/۵۶ <sup>a</sup>
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۴۲۹±۰/۱۳۹ <sup>a</sup>	۱/۴۸۹±۰/۰۵۸ <sup>a</sup>	۱/۶۳۸±۰/۰۵۹ <sup>a</sup>	۱/۶۹۸±۰/۰۲۶ <sup>a</sup>
نرخ بازماندگی (درصد)	۱۰۰ <sup>a</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
فاکتور وضعیت	۱/۴۷۸±۰/۰۳۳ <sup>b</sup>	۱/۶۹۶±۰/۰۲۸ <sup>a</sup>	۱/۵۴۴±۰/۰۶۸ <sup>b</sup>	۱/۴۵۹±۰/۰۰۹ <sup>b</sup>
ضریب تبدیل غذایی	۲/۱۷۲±۰/۱۳۳ <sup>a</sup>	۱/۸۸۹±۰/۰۴۴ <sup>b</sup>	۱/۷۹±۰/۰۶ <sup>bc</sup>	۱/۶۱۹±۰/۰۳۵ <sup>c</sup>

حروف انگلیسی غیرمشترک در هر ردیف نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح  $P < 0.05$  می‌باشد.

جدول ۲: تغییرات پارامترهای هماتولوژیکی در کپور معمولی تغذیه شده از جیره‌های مکمل شده با سطوح مختلف کیتوزان

پارامتر	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲ (کیلوگرم/گرم ۰/۵)	تیمار ۳ (کیلوگرم/گرم ۱)	تیمار ۴ (کیلوگرم/گرم ۲)
گلبول سفید (میلی‌متر مکعب $\times 10^3$ )	۱۹۳/۳±۲/۳ <sup>a</sup>	۱۸۹/۷±۴/۸۷ <sup>a</sup>	۱۷۴/۶۷±۴/۴۳۵ <sup>b</sup>	۱۹۳/۰۳±۲/۴۳۵ <sup>a</sup>
گلبول قرمز (میلی‌متر مکعب $\times 10^6$ )	۱/۰۲۸±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۰/۹۸±۰/۰۲۶ <sup>b</sup>	۰/۹۸±۰/۰۴۶ <sup>b</sup>	۱/۲۹±۰/۰۴ <sup>a</sup>
هماتوکریت (درصد)	۵۱/۹۴±۰/۹۵۵ <sup>a</sup>	۴۸/۵۵±۰/۵۸ <sup>b</sup>	۴۸/۴۳±۱/۰۰۶ <sup>b</sup>	۵۳±۰/۵ <sup>a</sup>
MCV (فمتولیترا)	۱۹۳/۹۳±۱/۵۴۷ <sup>a</sup>	۱۹۵±۰/۷۹۴ <sup>a</sup>	۱۹۳/۹۵±۱/۹۱۸ <sup>a</sup>	۱۹۰/۷۴±۰/۷۰۶ <sup>a</sup>
MCHC (گرم در دسی‌لیتر)	۵۸/۳۵۶±۰/۷۶۱ <sup>b</sup>	۶۳/۲۸۹±۰/۶۵۳ <sup>a</sup>	۵۶/۱۷۸±۱/۸۸۶ <sup>b</sup>	۵۵/۱۴±۱/۸ <sup>b</sup>
MCH (پیکوگرم)	۱۸۴/۴±۱/۷۵۱ <sup>a</sup>	۱۱۷/۶۴±۱/۹۷۳ <sup>b</sup>	۱۰۸/۲۳±۳/۲۳ <sup>c</sup>	۱۱۳/۴۶±۲/۷۹۵ <sup>bc</sup>

حروف انگلیسی غیرمشترک در هر ردیف نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح  $P < 0.05$  می‌باشد.

شکل ۱: نرخ بازماندگی بچه‌ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با کیتوزان تحت تنش شوری

حروف انگلیسی غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح  $P < 0.05$  می‌باشد.

## بحث

آنزیم‌های ویژه (آمیلاز، پروتئاز و لیپاز) می‌شوند. به‌علاوه باکتری‌های پروبیوتیک موجود در دستگاه گوارش سبب افزایش ساخت و ترشح آنزیم‌های گوارشی در میزبان نیز می‌شوند. این آنزیم‌ها در نهایت منجر به افزایش قابلیت هضم چربی‌ها و پروتئین‌های موجود در جیره غذایی شده و کارایی تغذیه و متعاقب آن، رشد را در میزبان به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهند (De Schrijver و همکاران، ۲۰۰۰).

یکی از شاخص‌های مهم و قابل اطمینان در بررسی وضعیت سلامت و فیزیولوژی ماهیان، سنجش شاخص‌های خونی آن می‌باشد که تحت تأثیر تغذیه، عوامل محیطی، سن، سیکل جنسی و سایر موارد فیزیولوژیک می‌باشد (Ayooola و همکاران، ۲۰۱۳). در این مطالعه آنالیز هماتولوژی بچه‌ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با کیتوزان نشان داد که ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱ درصد پربیوتیک، کاهش بیش‌تری در تعداد کل گلبول‌های سفید داشتند که نسبت به تیمارهای دیگر پربیوتیکی و شاهد معنی‌دار بود. افزایش تعداد گلبول‌های سفید ممکن است نشان‌دهنده وجود التهاب در ارگان‌سیسم باشد (Czech و همکاران، ۲۰۰۹)، بنابراین مکمل پربیوتیکی کیتوزان به کاهش تعداد گلبول‌های سفید و در نتیجه رسیدن به مصنوعیت خوب کمک می‌کند. روفچای و همکاران (۱۳۹۱) دریافتند که پربیوتیک گلوکان بر تعداد گلبول قرمز، MCH و هماتوکریت در بچه‌ماهیان سفید تأثیر داشته که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. اسمعیلی‌راد و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که مقدار حجم متوسط گلبولی (MCV) در ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با کیتوزان نسبت به گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

به‌طور متداول در مطالعات تغذیه‌ای، تنش شوری برای تعیین کیفیت بچه‌ماهیان استفاده می‌شود (Imanpoor و همکاران، ۲۰۱۵). درصد بازماندگی نشان‌دهنده ایمنی در مقابل عوامل بیماری‌زا و استرس‌های محیطی می‌باشد (Salze و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مکمل پربیوتیک کیتوزان بر بقاء بچه‌ماهیان سفید تأثیر ندارد. مطابق با نتایج این مطالعه، Zhang و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که در ماهی *Megalobrama terminalis* تغذیه با پربیوتیک سبب افزایش بازماندگی ماهی در مقابل آبروموناس هیدروفیلا نمی‌شود. باید به این نکته توجه داشت که تأثیر محرک رشد و ایمنی در میزان بقای ماهیان معمولاً در دوره‌های طولانی‌تر از شش ماه باعث ایجاد تغییرات معنی‌دار می‌شوند (Borges و همکاران، ۲۰۰۴).

مطالعات زیادی در آبی‌پروری پایدار در ارتباط با استراتژی‌های تغذیه و بهینه‌سازی ترکیبات غذایی برای گونه‌های مهم ماهیان تجاری قابل پرورش می‌باشد (رهنما و همکاران، ۱۳۹۲). آبی‌پروران با مطالعه علم تغذیه سعی در بهبود فاکتورهایی از قبیل سرعت رشد، افزایش سطح ایمنی، افزایش مقاومت و بازماندگی دارند که این خود مترادف سود اقتصادی است (نوری و همکاران، ۱۳۸۹). استفاده از پربیوتیک‌ها به‌عنوان مواد غذایی غیرقابل هضم که به‌طور مؤثری سلامتی میزبان را از طریق تحریک و یا محدود کردن رشد باکتری‌های موجود در روده تحت تأثیر قرار می‌دهند، ایده جدیدی است که در آبی‌پروری شکل گرفته است (آفتابگرد و همکاران، ۱۳۹۰).

در این مطالعه، رشد ماهیان با مکمل غذایی کیتوزان در مقایسه با تیمار شاهد (جدول ۱) ارتقاء یافت و بالاترین رشد در تیمار ۲٪ کیتوزان مشاهده شد. ضریب تبدیل غذایی به‌عنوان شاخصی جهت ارزیابی توانایی ماهی در تبدیل مواد غذایی خورده شده به گوشت مطالعه شد. در این تحقیق کم‌ترین ضریب تبدیل غذایی در تیماری که حداکثر وزن را دارا بود (تیمار ۲ درصد کیتوزان)، مشاهده گردید. به‌طور کلی، ضریب تبدیل غذایی پایین نشان‌دهنده این است که مصرف غذا در ماهیان، به موازات استفاده از پربیوتیک، کاهش می‌یابد (Arslan و همکاران، ۲۰۰۴) که از نظر اقتصادی برای پرورش‌دهندگان دارای اهمیت می‌باشد. شاخص وضعیت منعکس‌کننده شرایط تغذیه‌ای ماهی است (بقائی‌بهمبری و همکاران، ۱۳۹۲). در تحقیق حاضر، شاخص وضعیت در گروه‌های تیمار شده بهبود یافت. این نتایج مطابق با مطالعه Geng و همکاران (۲۰۱۱) بود که دریافتند کیتوزان باعث افزایش رشد ماهی *Rachycentron canadum* می‌شود. Lin و همکاران (۲۰۱۲) اثر تجویز خوراکی اولیگوساکارید کیتوزان را در ماهی کپور معمولی بررسی کردند، که بهبود فاکتورهای رشد در تیمار تغذیه شده با کیتوزان مشاهده گردید. Qin و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که نرخ رشد ویژه در ماهیان تیلاپیا تغذیه شده با کیتوزان در مقایسه با گروه شاهد تفاوتی نداشت که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. تولید اسیده‌های چرب زنجیره کوتاه و باکتری‌های اسید لاکتیک ناشی ازت خمیر پربیوتیک‌ها در روده باعث افزایش رشد، راندمان تغذیه و حفظ جاندار در برابر عوامل بیماری‌زا می‌شود (Schley و همکاران، ۲۰۰۲). به‌طور کلی احتمال می‌رود پربیوتیک به‌واسطه تکثیر باکتری‌های پروبیوتیک باعث تولید



۷. روقچائی، ر.؛ حسینی فر، س.ح.؛ صیادبورانی، م.؛ مقصودیه کهن، ح.؛ زمینی، ع. و فئیده، م.، ۱۳۹۱. بررسی اثرات گلوکان بر ایمنی، پاره‌ای از شاخص‌های خونی و میکروبیوتای روده‌ای بچه‌ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*). مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۱، شماره ۳، صفحات ۷۳ تا ۸۴.

۸. کمالی‌نجف‌آبادی، م.؛ ایمانپور، م.ر.؛ تقی‌زاده، و. و عالیشاهی، ع.ر.، اثر کیتوزان جیره بر شاخص‌های رشد، درصد بقا، پارامترهای خون‌شناسی و مقاومت در برابر استرس‌های حرارتی و شوری در بچه‌ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*). مجله محیط زیست جانوری. دوره ۷، شماره ۱، صفحات ۴۱ تا ۵۰.

۹. ناصری، س.؛ نظامی‌بلوچی، ش.؛ خارا، ح.؛ فرزانه، ع.؛ لشتوآقایی، غ. و شکوری، م.، ۱۳۸۷. بررسی عملکرد رشد لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در استفاده از سطوح متفاوت پروبیوتیک و آهن مکمل شده در جیره غذایی. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۷.

۱۰. نوری، ف.؛ فیروزبخش، ف. و سلطانی، م.، ۱۳۸۹. بررسی اثر پریبیوتیک پروتکسین بر عملکرد رشد و بازماندگی ماهی زینتی اسکار (*Astronotus ocellatus*). فصلنامه علمی تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده. پیش‌شماره ۱، صفحات ۳۱ تا ۴۰.

11. Arslan, C., 2004. Effect of dietary probiotic supplementation of growth performance in the Rock partridge (*Alectoris graeca*). Turkish Journal of Animal Sciences. Vol. 28, pp: 887-891.

12. Ayoola, S.O.; Ajani, E.K. and Fashae, O.F., 2013. Effect of probiotics (*Lactobacillus* and *Bifidobacterium*) on growth performance and hematological profile of *Clarias gariepinus* juveniles. World Journal of Fish and Marine Sciences. Vol. 5, No. 1, pp: 1-8.

13. Boonyu, W.; Junginger, H.E.; Waranuch, N.; Polnok, A. and Pitakuteepong, T., 2007. Chitosan and trimethyl chitosan chloride (TMC) as adjuvants for inducing immune responses to ovalbumin in mice following nasal administration. Journal of Controlled Release. Vol. 121, pp: 168-175.

14. Borges, A.; Scotti, L.V.; Siqueira, D.R., Jurinitz, D.F. and Wassermann G.F., 2004. Hematologic and serum biochemical values for hundiá (*Rhamdiaquelem*). Journal of Fish Physiology and Biochemistry. Vol. 30, pp: 21-25.

در پایان می‌توان نتیجه گرفت که نقش مکمل پریبیوتیکی کیتوزان در فرآیند پرورش کپور معمولی مثبت است، به‌طوری‌که می‌تواند موجب بهبود شاخص‌های رشد آن شود و بهترین دوز مؤثر ۱ گرم در هر کیلوگرم غذا می‌باشد. بنابراین استفاده از این مکمل غذایی در مراکز تکثیر و بازسازی ذخایر کپور معمولی توصیه می‌شود.

## منابع

۱. آفتابگرد، م.؛ زمینی، ع. و ارشاد لنگرودی، ه.، ۱۳۹۰. تأثیر پریبیوتیک ایمنواستر بر شاخص‌های رشد، نرخ بازماندگی و ترکیب بدن بچه‌ماهیان انگشت قد ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*). مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۱۰، شماره ۱، صفحات ۱۰۰ تا ۱۱۲.
۲. اکرمی، ر.؛ قلیچی، ا. و قرایی، ا.، ۱۳۸۹. کاربرد پریبیوتیک‌ها در آبی‌پروری. مجله علمی و پژوهشی شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر. سال ۴، شماره ۱، صفحات ۷۷ تا ۸۵.
۳. اسمعیلی‌راد، ا.؛ علیشاهی، م.؛ قربانپور، م. و زارعی، م.، ۱۳۹۳. تأثیر تجویز خوراکی کیتوزان استحصالی شده از پوسته میگوی پاسبید غربی (*Litopenaeus vannamei*) بر فاکتورهای خونی و رشد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله تحقیقات دامپزشکی. دوره ۶۹، شماره ۴، صفحات ۳۸۵ تا ۳۹۳.
۴. بقائی‌بهمبری، ک.؛ فعانی‌لنگرودی، ح.؛ طلوعی، م.ح. و سمیعی‌اردکانی، م.، ۱۳۹۲. بررسی اثر پریبیوتیک باکتوسل بر فاکتورهای زیستی بچه‌ماهیان فیل‌ماهیان (*Huso huso*). فصلنامه علوم تکثیر و آبی‌پروری. سال ۱، پیش‌شماره ۱، صفحات ۲۱ تا ۳۴.
۵. جهان‌جو، و.؛ قرایی، ا. و اکرمی، ر.، ۱۳۹۲. تأثیر سطوح مختلف پریبیوتیک مانان‌الیگوساکارید بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب بدن ماهی خواجه (*Schizothorax zarudany*). مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی آزادشهر. سال ۷، شماره ۴، صفحات ۲۷ تا ۳۶.
۶. رهنما، ب.؛ اکرمی، ر. و چیت‌ساز، ح.، ۱۳۹۲. تأثیر پریبیوتیک اینولین بر عملکرد رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و مقاومت در برابر استرس در ماهی قرمز حوض (*Carassius auratus gibelio*). فصلنامه علوم تکثیر و آبی‌پروری. سال ۱، پیش‌شماره ۲، صفحات ۵۵ تا ۷۰.



- 53, pp: 125-129.
25. **Kumar, M.N.V.R., 2000.** A review of chitin and chitosan applications. *Reactive and Functional Polymers*. Vol. 46, pp: 1-27.
  26. **Lin, S.; Mao, S.; Guan, Y.; Luo, L. and Pan, Y., 2012.** Effects of dietary chitosan oligosaccharides and bacillus coagulans on the growth, innate immunity and resistance of koi (*Cyprinus carpio koi*). *Aquaculture*. Vol. 342, pp: 36-41.
  27. **Lin, S.; Pan, Y. and Luo, L., 2011.** Effects of dietary  $\beta$ -1,3-glucan, chitosan or raffinose on the growth, innate immunity and resistance of koi (*Cyprinus carpio koi*). *Fish and Shellfish Immunology*. Vol. 31, pp: 788-794.
  28. **Maqsood, S.; Singh, P.; Samoon, M.H. and Balage, A.K., 2010.** Effect of dietary chitosan on non-specific immune response and growth of *Cyprinus carpio* challenged with *Aeromonas hydrophila*. *International Aquatic Research*. Vol. 2, pp: 77-85.
  29. **Merrifield, M.; Dimitroglou, A.; Foey, A.; Davies, S.; Baker, R.; Bogwald, J.; Castex, M. and Ringo, E., 2010.** The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture*. Vol. 302, No. 1-2, pp: 1-18.
  30. **Misra C.K.; Kumar D.B.; Mukherjee, S.C. and Pattnaik, P., 2006.** Effect of long term administration of dietary  $\alpha$ -glucan on immunity, growth and survival of *Labeo rohita* fingerlings. *Aquaculture*. Vol. 255, pp: 82-94.
  31. **No, H.; Park, N.Y.; Lee, S.H. and Meyers, S.P., 2002.** Antibacterial activity of chitosan and chitosan oligomers with different molecular weights. *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 74, pp: 65-72.
  32. **Nayak, S.K.; Swain, P. and Mukherjee, S.C., 2007.** Effect of dietary supplementation of probiotic and vitamin C on the immune response of Indian major carp (*Labeo rohita*). *Journal of Fish and Shellfish Immunology*. Vol. 23, No. 4, pp: 892-896.
  33. **Salze, G.; Mclean, E.; Schwarz, M.H. and Craig S.R., 2008.** Dietary mannan oligosaccharide enhances salinity tolerance and gut development of larval cobia. *Aquaculture*. Vol. 274, pp: 148-150.
  34. **Schley, P.D. and Field, C.J., 2002.** The immune-enhancing effects of dietary fiber and prebiotics. *British Journal of Nutrition*. Vol. 87, pp: 221-230.
  15. **Cha, S.H.; Lee, J.S.; Song, C.B.; Lee, K.J. and Jeon, Y.J., 2008.** Effects of chitosan-coated diet on improving water quality and innate immunity in the olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*. Vol. 278, pp: 110-118.
  16. **Chang, C.I.W. and Liu W.Y., 2002.** An evaluation of two bacterial strains, *Enterococcus faecium* SF68 and *Bacillus toyoi*, for reducing edwardsiellosis in culture European eel (*Anguilla Anguilla*). *Journal of Fish Diseases*. Vol. 25, pp: 311-315.
  17. **Cheba, B.A., 2011.** Chitin and chitosan: marine biopolymers with unique properties and versatile applications. *Global Journal of Biotechnology and Biochemistry*. Vol. 6, pp: 149-153.
  18. **Czech, A.; Kowalczyk, E. and Grela, E.R., 2009.** The effect of an herbal extract used in pig fattening on the animals performance and blood components. *Annals Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*. Vol. 27, No. 2, p: 25-33.
  19. **De Schrijver, R. and Ollevier, F., 2000.** Protein digestion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) and effects of dietary administration of *Vibrio proteolyticus*. *Aquaculture*. Vol. 186, pp: 107-116.
  20. **Fooks, L.J. and Gibson, G.R., 2002.** Probiotic as modulators of the gut flora. *British Journal of Nutrition*. Vol. 88, No. 1, pp: 39-49.
  21. **Gatlin, D.M. and Li, P., 2004.** Dietary supplementation of prebiotics for health management of hybrid striped bass *Morone chrysops*  $\times$  *M. saxatilis*. *Aqua Feeds Formula Beyond*. Vol. 1, No. 4, pp: 19-21.
  22. **Geng, X.; Dong, X.; Tan, B.; Yang, Q.; Chi, S.; Liu, H. and Liu, X., 2011.** Effects of dietary chitosan and *Bacillus subtilis* on the growth performance, non-specific immunity and disease resistance of cobia (*Rachycentron canadum*). *Fish and Shellfish Immunology*. Vol. 31, pp: 400-406.
  23. **Imanpoor, M.R. and Roohi, Z., 2015.** Effects of sangrovit-supplemented diet on growth performance, blood biochemical parameters, survival and stress resistance to salinity in the Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. *Aquaculture Research*. doi: 10.1111/are.12737, pp: 1-7.
  24. **Kono, M.; Matsui, T. and Shimizu, C., 1987.** Effects of chitin, chitosan and cellulose as diet supplements on the growth of culture fish. *Nippon Suisan Gakkaishi*. Vol.



35. **Yen, M.T.; Yang, J.H. and Mau, J.L., 2008.** Antioxidant properties of chitosan from crab shells. *Carbohydrate Polymers*. Vol. 74, pp: 840-844.
36. **Zhang, C.N.; Li, X.F; Xu, W.N.; Jiang, G.Z.; Lu, K.L.; Wang, L.N. and Liu, W.B., 2013.** Combined effects of dietary fructooligosaccharide and *Bacillus licheniformis* on innate immunity, antioxidant capability and disease resistance of triangular bream (*Megalobrama terminalis*). *Fish and Shellfish Immunology*. Vol. 35, pp: 1380-1386.

