

اثرات مولتی آپسوزایم و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی بر شاخص‌های رشد و شاخص‌های بیوشیمیایی خون در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

- **علی کریمی:** گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- **محمدرضا ایمانپور:** گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- **رقیه صفری*:** گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- **سیدحسین حسینی فر:** گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- **علی جافر:** گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۷

چکیده

در این آزمایش اثر مولتی آنزیم آپسوزایم و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی به صورت مجزا و ترکیبی بر شاخص‌های رشد و برخی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ۲۱۶ قطعه ماهی کپور با میانگین وزنی $27/52 \pm 0/21$ گرم به مدت ۸ هفته با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. آزمایش در ۶ تیمار و هر تیمار با سه تکرار شامل پروبیوتیک (۰/۱ درصد)، مولتی آنزیم آپسوزایم (۰/۲۵ درصد)، مولتی آنزیم آپسوزایم (۰/۰۵ درصد)، ترکیب پروبیوتیک (۰/۱ درصد) و مولتی آنزیم آپسوزایم (۰/۲۵ درصد)، ترکیب پروبیوتیک (۰/۱ درصد) و مولتی آنزیم آپسوزایم (۰/۰۵ درصد) و گروه شاهد طراحی گردید. در انتهای دوره شاخص‌های رشد و فاکتورهای بیوشیمیایی خون گلوکز، پروتئین کل و آلبومین با استفاده از روش اسپکتروفتومتری بررسی شد. نتایج نشان داد در شاخص میانگین وزن ثانویه، درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ($P < 0/05$)، در این شاخص‌ها در تیمار حاوی پروبیوتیک اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده نشد ولی در تیمارهای حاوی مولتی آنزیم با افزایش سطح مولتی آنزیم به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0/05$). همچنین در تیمارهای حاوی ترکیب مولتی آنزیم و پروبیوتیک این شاخص‌ها افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای مجزای پروبیوتیک و مولتی آنزیم نشان داد ($P < 0/05$). ضریب تبدیل غذایی با افزایش سطح مولتی آنزیم و در جیره‌های ترکیب مولتی آنزیم و پروبیوتیک به طور معنی‌داری نسبت به جیره حاوی پروبیوتیک و شاهد کاهش یافت ($P < 0/05$). شاخص درصد بقا اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد ($P > 0/05$). در شاخص‌های بیوشیمیایی خون تفاوتی بین میزان گلوکز و پروتئین کل در جیره شاهد و جیره‌های تغذیه شده با سطوح مختلف مولتی آنزیم و ترکیب مولتی آنزیم و پروبیوتیک مشاهده نشد ($P > 0/05$). اما با استفاده از پروبیوتیک و جیره‌های حاوی سطوح مختلف مولتی آنزیم و جیره‌های ترکیبی میزان آلبومین نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0/05$). نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از مولتی آنزیم و پروبیوتیک می‌تواند بر فاکتورهای رشد و بیوشیمیایی خون ماهی تاثیر گذاشته و باعث بهبود وضعیت رشد و تغذیه ماهی کپور گردد.

کلمات کلیدی: آپسوزایم، پروبیوتیک، کپور، خون، رشد



مقدمه

ماهی کپور معمولی یکی از گونه‌های مهم در صنعت پرورش آبزیان است. این گونه دارای اهمیت اقتصادی بوده و میزان تولید جهانی این ماهی ۹-۸٪ از تولیدات آبی پروری دنیا را شامل می‌شود. اغلب خوراکی‌های گیاهی دارای مقادیری فاکتورهای ضد تغذیه‌ای از جمله فیتاز، پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای (NSP) و بازدارنده پروتئاز می‌باشند که می‌توانند به سودمندی خوراک آسیب رسانده و عملکرد و سلامتی ماهی را تحت تاثیر قرار دهند (Francis و همکاران، ۲۰۰۱). روش‌های مختلفی نظیر اکستروژن‌نمودن جهت بهبود هضم پروتئین‌های گیاهی، کاهش مواد ضد تغذیه‌ای و بالا بردن میزان جذب پروتئین‌های گیاهی وجود دارد (Kumar و همکاران، ۲۰۱۲). اخیراً استفاده از جیره‌های حاوی پروبیوتیک در آبی پروری به دلیل داشتن مزایای گوناگون از جمله غلبه بر محدودیت‌های به کارگیری آنتی‌بیوتیک‌ها، افزایش نرخ تولید توسط بهبود کارایی رشد و پاسخ ایمنی متداول شده است (Nayak، ۲۰۱۰؛ Debidhan و همکاران، ۲۰۱۴). تحقیقات متعددی در زمینه استفاده از آنزیم‌های خارجی به عنوان افزودنی برای بهبود هضم جیره‌های خوراکی با پایه گیاهی در جیره طیور و خوک صورت گرفته است و در حال حاضر به عنوان راه‌حلی برای کاهش تاثیرات مواد ضد تغذیه‌ای (NSP) و فایتیک اسید و افزایش استفاده از کربوهیدرات‌ها و فسفر در سراسر جهان می‌باشد (Adeola و Cowieson، ۲۰۱۱). فلور دستگاه گوارش نقش اساسی و کلیدی در تغذیه و ایمنی ماهی ایفا می‌کند. فلور دستگاه گوارش دارای نقش‌های گوناگونی از جمله هضم غذا، جذب مواد مغذی و تولید اسیدهای آمینه خاص، آنزیم‌ها، زنجیره‌های کوتاه اسیدهای چرب، ویتامین‌ها و دسترسی به منابع معدنی را دارد. محیط میکروبی دستگاه گوارش نسبت به محیط رشد، فصول و تغییرات غذایی از جمله افزودن با پروبیوتیک و آنزیم‌های خارجی حساس هستند. تحقیقات درباره استفاده از آنزیم‌های گوارشی و پروبیوتیک برای تغذیه ماهی در حال افزایش می‌باشد زیرا تولید کنندگان خوراک به تولید خوراک موثر و دوست‌دار طبیعت علاقه‌مند هستند. ترکیب آنزیم‌های خارجی و پروبیوتیک می‌تواند نتایجی را به دنبال داشته باشد از جمله: توانایی تولید آنزیم‌های کاهنده فیبر که مکمل فعالیت آنزیم‌های گوارشی می‌باشد که به عبارت دیگر آنزیم‌های گوارشی ممکن است باعث افزایش دسترسی پروبیوتیک نسبت به دیگر فلور دستگاه گوارش به محیط مناسب رشد شود. مطالعات متعددی در زمینه تاثیر مولتی آنزیم‌ها و پروبیوتیک‌ها بر پارامترهای رشد و خون ماهیان به صورت مجزا صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به مطالعه قاسم‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) در استفاده از مولتی آنزیم کمبو بر شاخص‌های رشد در تاس‌ماهی سبیری (*Acipenser*)

Ghomi, (baerii) و همکاران (۲۰۱۲) مولتی آنزیم کمین بر فیل‌ماهی (*Huso huso*)، Zamini و همکاران (۲۰۱۴) مولتی آنزیم ناتوزیم و همی سل و ترکیب این دو مولتی آنزیم بر ماهی آزاد (*Salmo trutta caspicus*)، قبادی و همکاران (۱۳۸۸) آویزایم بر ماهی قزل‌آلا (*Onchorhynchus mykiss*)، عادلین و همکاران (۱۳۹۵) مولتی آنزیم ناتوزایم در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، مولتی آنزیم‌های تجاری دیگر در تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) (Lin و همکاران، ۲۰۰۷)، باس دریایی ژاپنی (*Lateolabrex japonicus*) (Ai و همکاران، ۲۰۰۷)، ترکیب پروبیوتیک‌های *Bacillus pumilus* و *Bacillus subtilis* در تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) (Adeoye و همکاران، ۲۰۱۶) اشاره کرد. اما از آن جاکه تاکنون مطالعه‌ای در زمینه تاثیر ترکیبی مولتی آنزیم و بتائین صورت نگرفته است پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات به کارگیری بتائین و مولتی آنزیم ناتوزیم در جیره آن بر روی فاکتورهای رشد و بیوشیمیایی خون ماهی کپور انجام شد.

مواد و روش‌ها

شرایط آزمایش: تعداد ۲۱۶ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی با وزن متوسط $27/52 \pm 0/21$ گرم از کارگاه تکثیر و پرورش خصوصی استان گلستان تهیه و به سالن آبی پروری شهید ناصر فضلی برآبادی منتقل شد. ماهیان در بدو ورود با حمام نمک ۰.۳٪ ضد عفونی و به مدت دو هفته جهت سازگاری با شرایط آزمایش نگهداری شدند، سپس بچه ماهیان به صورت تصادفی در ۱۸ مخزن فایبرگلاس ۴۰۰ لیتری با حجم آبگیری ۱۰۰ لیتر توزیع گردیدند. آزمایش در ۶ تیمار و هر تیمار با سه تکرار شامل: پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی (۰/۱ درصد)، مولتی آنزیم آپسوزایم (۰/۲۵ درصد)، مولتی آنزیم آپسوزایم (۰/۰۵ درصد)، ترکیب پروبیوتیک (۰/۱ درصد) و مولتی آنزیم آپسوزایم (۰/۲۵ درصد)، ترکیب پروبیوتیک (۰/۱ درصد) و مولتی آنزیم آپسوزایم (۰/۰۵ درصد) و گروه شاهد طراحی گردید (Zamini و همکاران، ۲۰۱۲؛ Taridashti و همکاران، ۲۰۱۷). غذادهی در دو مرحله و ۳ درصد وزن بدن محاسبه و طول دوره آزمایش ۲ ماه به طول انجامید. در این آزمایش در طول دوره پرورش میانگین دمای آب 23 ± 2 درجه سانتی‌گراد، رنج pH ۷-۸ و میانگین اکسیژن ۹ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد.

آماده‌سازی خوراک: پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی از شرکت LALLEMAND و مولتی آنزیم آپسوزایم از شرکت PINTALUBA شد. میزان پروبیوتیک و مولتی آنزیم مشخص شده هر تیمار اندازه‌گیری شد و با غذای تجاری و مقداری آب ترکیب شده، خمیرهای تهیه شده از چرخ گوشت عبور داده و پلت‌های مورد آزمایش ساخته و در دمای اتاق خشک شد.

نتایج

شاخص‌های رشد: نتایج شاخص میانگین طول و وزن در ابتدای دوره اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد ($P > 0.05$). در شاخص میانگین وزن ثانویه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ($P < 0.05$), در این شاخص در تیمار حاوی پروبیوتیک اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده نشد ولی در تیمارهای حاوی مولتی آنزیم با افزایش سطح مولتی آنزیم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$). هم‌چنین در تیمارهای حاوی ترکیب مولتی آنزیم و پروبیوتیک میانگین وزن ثانویه افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای مجزای پروبیوتیک و مولتی آنزیم نشان داد ($P < 0.05$). شاخص درصد افزایش وزن نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی نشان داد ($P < 0.05$). در این شاخص در تیمار حاوی پروبیوتیک اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده نشد ولی در تیمارهای حاوی مولتی آنزیم با افزایش سطح مولتی آنزیم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$). هم‌چنین در تیمارهای حاوی ترکیب مولتی آنزیم و پروبیوتیک میانگین وزن ثانویه افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای مجزای پروبیوتیک و مولتی آنزیم نشان داد ($P < 0.05$). در شاخص نرخ رشد ویژه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد مشاهده شد. در تیمار مولتی آنزیم ۰/۵ درصد میزان این شاخص اختلاف معنی‌داری با تیمار ۰/۲۵ درصد و پروبیوتیک و شاهد مشاهده شد. هم‌چنین در تیمارهای ترکیبی افزایش معنی‌داری ($P < 0.05$) نسبت به تیمار مجزای پروبیوتیک و مولتی آنزیم مشاهده شد. در فاکتور ضریب تبدیل غذایی با افزایش سطح مولتی آنزیم و در جیره‌های ترکیب مولتی آنزیم و پروبیوتیک این فاکتور به‌طور معنی‌داری بهبود و کاهش یافت ($P < 0.05$). در رابطه با شاخص درصد بقا اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($P > 0.05$).

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد: در پایان دوره، وزن و طول تمامی بچه‌ماهیان به‌ترتیب با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم و خط‌کش با دقت ۰/۱ سانتی‌متر محاسبه شد. میزان افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذا، نسبت کارایی غذا و ضریب چاقی با استفاده از فرمول‌های زیر به‌عنوان شاخص‌های عملکرد رشد محاسبه می‌شود (Ghosh و همکاران، ۲۰۰۷):

(وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم)) = افزایش وزن (گرم)
 = نرخ رشد ویژه
 ۱۰۰ × [طول دوره آزمایش ÷ (لگاریتم طبیعی وزن اولیه - لگاریتم طبیعی وزن نهایی)]
 = ضریب تبدیل غذا

۱۰۰ × [میزان افزایش وزن (گرم) ÷ میزان غذای مصرف شده (گرم)]

بررسی‌های شاخص‌های بیوشیمیایی خون: نمونه‌برداری از خون به‌منظور بررسی شاخص‌های خونی و سرمی در پایان دوره آزمایش انجام شد. بدین‌منظور تعداد ۳ قطعه ماهی از هر تکرار به‌طور تصادفی صید شده و در محلول پودرمیخک (با غلظت ۰/۵ گرم برلیتر) بی‌هوش و نمونه خون با استفاده از سرنگ از ساقه دمی گرفته و در ظرف‌های پلاستیکی غیرهپارینه ریخته شدند. نمونه‌ها جهت به‌دست آوردن سرم به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سرم به ظرف‌های جدید منتقل شده و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شد. پروتئین کل، آلبومین و گلوکز با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون و به‌وسیله اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شدند.

آنالیز داده‌ها: سپس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگوروف - اسمیرنوف و شپیرو - ویلک، آنالیز داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها، از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

جدول ۱: مقایسه برخی شاخص‌های رشد بچه‌ماهی کیپور تغذیه شده طی ۸ هفته با جیره حاوی مولتی آنزیم و پروبیوتیک (میانگین ± انحراف استاندارد)

شاخص	پروبیوتیک	آپسوزایم ۰/۲۵	آپسوزایم ۰/۵	پروبیوتیک + آپسوزایم ۰/۲۵	پروبیوتیک + آپسوزایم ۰/۵
میانگین وزن اولیه (گرم)	۲۷/۴۱ ± ۰/۰۸ ^a	۲۷/۳۳ ± ۰/۰۸ ^a	۲۷/۶۳ ± ۰/۲۷ ^a	۲۷/۴۱ ± ۰/۲۵ ^a	۲۷/۶۲ ± ۰/۰۱ ^a
میانگین وزن نهایی (گرم)	۴۲/۵ ± ۱/۰۴ ^c	۴۳/۳۳ ± ۰/۱۶ ^c	۴۴/۷۵ ± ۰/۷۵ ^b	۴۸/۵۸ ± ۰/۰۸ ^b	۴۹/۵۸ ± ۰/۸۳ ^a
میانگین طول اولیه (سانتی‌متر)	۹/۴ ± ۰/۴ ^a	۸/۷ ± ۰/۳ ^a	۸/۶ ± ۰/۳۵ ^a	۹/۱۵ ± ۰/۰۵ ^a	۸/۷ ± ۰/۰۳ ^a
میانگین طول ثانویه (سانتی‌متر)	۱۱/۳۹ ± ۰/۵۲ ^{abc}	۱۱/۰۱ ± ۰/۱۸ ^c	۱۱/۲۴ ± ۰/۴۵ ^{ab}	۱۱/۸۵ ± ۰/۴۴ ^{ab}	۱۱/۴۳ ± ۰/۰۶ ^{abc}
افزایش وزن (گرم)	۱۵/۱۲ ± ۱/۱۳ ^c	۱۶ ± ۰/۲۵ ^b	۱۷/۱۱ ± ۰/۷۵ ^b	۲۱/۱۶ ± ۰/۱۷ ^a	۲۱/۹۵ ± ۰/۸۷ ^a
نرخ رشد ویژه	۳/۹ ± ۰/۰۳ ^c	۳/۷ ± ۰/۰۳ ^c	۳/۷ ± ۰/۰۱۶ ^b	۳/۸ ± ۰/۰۱۴ ^a	۳/۸ ± ۰/۰۱۶ ^a
ضریب تبدیل غذایی	۳/۱۷ ± ۰/۲۳ ^a	۲/۹ ± ۰/۰۴۶ ^{ab}	۲/۸ ± ۰/۰۱۲ ^b	۲/۲۶ ± ۰/۰۱ ^c	۲/۱۸ ± ۰/۰۸ ^c
درصد بقا	۹۵/۵ ± ۵/۰۹ ^a	۹۶/۶ ± ۳/۳ ^a	۹۸/۸ ± ۱/۹ ^a	۹۷/۷ ± ۳/۸ ^a	۹۵/۵ ± ۵/۰۹ ^a

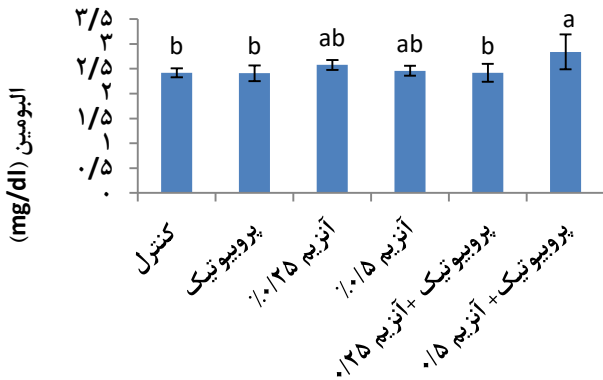
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد.

بچه‌ماهیان کیپور با جیره‌های حاوی سطوح متفاوت مولتی آنزیم آپسوزایم و پروبیوتیک پدیو کوکوس اسیدلاکتیکی در شکل‌های (۱-۳)

فاکتورهای بیوشیمیایی خون: نتایج بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون پس از هشت هفته تغذیه



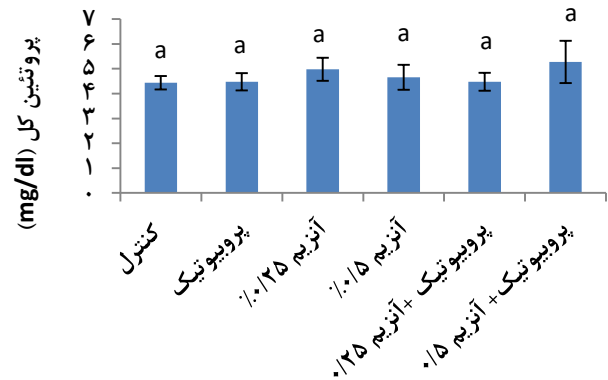
و پروبیوتیک مشاهده نشد ($P > 0.05$). اما با استفاده از پروبیوتیک و جیره‌های حاوی سطوح مختلف مولتی آنزیم و جیره‌های ترکیبی میزان آلبومین نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$).



شکل ۲: میزان آلبومین سرم خون پس از ۸ هفته تغذیه بچه‌ماهیان کیپور با جیره‌های حاوی سطوح متفاوت مولتی آنزیم آپسوزایم و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی

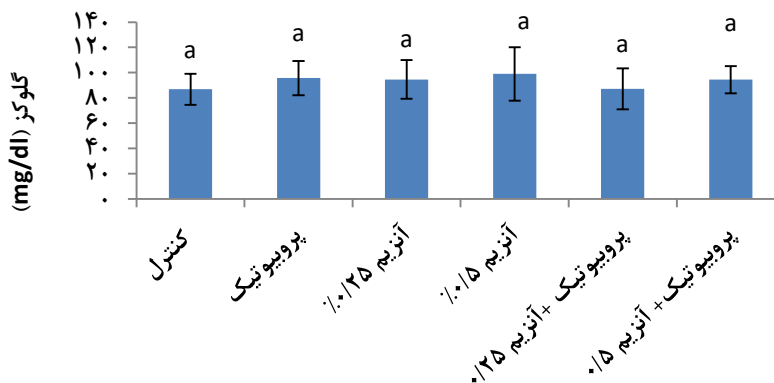
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین \pm انحراف استاندارد)

نشان داده شده است. در شاخص‌های بیوشیمیایی خون تفاوتی بین میزان گلوکز و پروتئین کل در جیره شاهد و جیره‌های تغذیه شده با سطوح مختلف مولتی آنزیم و جیره ترکیبی سطوح مختلف مولتی آنزیم



شکل ۱: میزان پروتئین کل سرم خون پس از ۸ هفته تغذیه بچه‌ماهیان کیپور با جیره‌های حاوی سطوح متفاوت مولتی آنزیم آپسوزایم و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین \pm انحراف استاندارد)



شکل ۳: میزان گلوکز سرم خون پس از ۸ هفته تغذیه بچه‌ماهیان کیپور با جیره‌های حاوی سطوح متفاوت مولتی آنزیم آپسوزایم و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین \pm انحراف استاندارد)

نسبت به جیره شاهد کاهش یافت که نشان‌دهنده بهبود وضعیت جیره‌های غذایی مورد استفاده می‌باشد. شاخص درصد بقا اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد. نتایج حاضر هم‌راستا با مطالعه قاسم‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) در استفاده از مولتی آنزیم کمیو بر شاخص‌های رشد در تاس‌ماهی سبیری (*Acipenser baerii*)، Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) مولتی آنزیم کمین بر فیل‌ماهی (*Huso huso*)، Zamini و همکاران (۲۰۱۲) مولتی آنزیم نانوزیم و همی سل و ترکیب

بحث

در مطالعه حاضر مشخص شد افزودن سطوح مختلف مولتی آنزیم اختلاف معنی‌داری در میانگین وزن ثانویه، درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه بین تیمارها نشان داد، در این شاخص‌ها در تیمارهای حاوی مولتی آنزیم با افزایش سطح مولتی آنزیم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. ضریب تبدیل غذایی با افزایش سطح مولتی آنزیم به‌طور معنی‌داری



آنزیم‌های ترشح شده از پروبیوتیک‌ها در مقایسه با آنزیم‌های خود ماهی، در دامنه وسیع‌تری از pH توانایی فعالیت دارند که در نهایت سبب افزایش رشد ماهیان می‌شود. با استفاده از پروبیوتیک در جیره اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده (پروتئین کل، البومین و گلوکز) مشاهده نشد.

در تیمارهای حاوی ترکیب مولتی آنزیم و پروبیوتیک این شاخص‌های عملکردی رشد و بقا افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای مجزای پروبیوتیک و مولتی آنزیم و شاهد نشان داد. هم‌چنین در جیره‌های ترکیبی مولتی آنزیم و پروبیوتیک میزان شاخص‌های بیوشیمیایی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. گزارشات متعددی درباره استفاده مجزا از آنزیم‌های هضم‌کننده خارجی و پروبیوتیک به‌عنوان مکمل در خوراک ماهیان موجود است. با این حال، مطالعه درباره اثرات ترکیبی آنزیم‌های گوارش خارجی و پروبیوتیک بر فاکتورهای رشد و شاخص‌های بیوشیمیایی خون اندک و محدود به مطالعه Adoye و همکاران (۲۰۱۶) در ماهی تیلاپیا است که بهبود عملکرد رشد در فاکتورهای ضریب تبدیل غذایی، وزن نهایی، نرخ رشد ویژه در ماهیانی که با خوراک حاوی ترکیب مکمل مولتی آنزیم و پروبیوتیک در این تحقیق مشاهده و تایید شد. افزایش عملکرد رشد را می‌توان به تقابل دو جنبه عملکرد پروبیوتیک- مولتی آنزیم و توانایی پروبیوتیک‌ها برای تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده فیبر که به تکمیل فعالیت آنزیم‌های داخلی دخیل در هضم در ماهی کمک می‌کنند (Ray و همکاران، ۲۰۱۲) و توانایی آنزیم‌های خارجی جهت در دسترس قرار دادن مواد لازم برای عملکرد پروبیوتیک‌ها نسبت داد (Bedford و Cowieson، ۲۰۱۲). نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از مولتی آنزیم و پروبیوتیک می‌تواند بر فاکتورهای رشد تاثیر گذاشته و باعث بهبود وضعیت رشد و تغذیه ماهی کپور گردد.

منابع

۱. عادلین، م.؛ ایمانپور، م.ر.؛ تقی‌زاده، و. و مازندرانی، م.، ۱۳۹۵. استفاده از مولتی آنزیم ناتوزیم در جیره ماهی کپور معمولی و اثرات آن بر شاخص‌های رشد برخی فاکتورهای بیوشیمیایی خون. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۸، شماره ۲، صفحات ۲۰۷ تا ۲۱۴.
۲. قاسم‌زاده، پ.؛ زمینی، ع.ع. و وهاب‌زاده، ح.، ۱۳۹۶. بررسی اثرات سطوح مختلف مولتی آنزیم combo بر کارایی تغذیه، عملکرد رشد و آنزیم‌های کبدی بچه تاس‌ماهیان سیبری پرورشی (*Acipenser baerii*). پنجمین کنفرانس ملی ماهی‌شناسی ایران. صفحات ۲۳۱ تا ۲۳۸.
۳. قبادی، ش.؛ متین‌فر، ع.؛ نظامی، ش.ع. و سلطانی، م.، ۱۳۸۸. عملکرد مولتی آنزیم اویزیم بر جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا و

این دو مولتی آنزیم بر ماهی آزاد (*Salmo trutta caspicus*)، قبادی و همکاران (۱۳۸۸) اویزیم بر ماهی قزل‌آلا (*Onchorhynchus mykiss*)، عادلین و همکاران (۱۳۹۵) مولتی آنزیم ناتوزیم در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، مولتی آنزیم‌های تجاری دیگر در تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) (Ai و همکاران، ۲۰۰۷) و باس‌دریایی ژاپنی (*Lateolabrax japonicus*) (Lin و همکاران، ۲۰۰۷) می‌باشد که بهبود فاکتورهای عملکردی رشد را مشاهده نمودند. استفاده از آنزیم‌ها سبب بهبود قابلیت هضم مواد خوراکی می‌شود. آنزیم قابلیت دسترسی مواد مغذی مانند نشاسته، پروتئین، چربی و غیره را از طریق کاهش ویسکوزیته ناشی از پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و شکستن پیوندهایی که توسط آنزیم‌های داخلی ماهی قابل هضم نمی‌باشند، افزایش می‌دهد. استفاده از آنزیم در جیره هم‌چنین سبب تقویت آنزیم‌هایی می‌شود که در بدن ماهی وجود دارند. این مساله به‌خصوص مراحل اولیه زندگی ماهی اهمیت دارد، زیرا سیستم هضمی کامل نبوده و تولید آنزیم‌های داخلی برای هضم خوراک معمولاً کافی نمی‌باشد. تفاوت در میزان تاثیر مولتی آنزیم‌ها بر عملکرد رشد به نوع گونه آبی، نوع آنزیم و دمایی که در آن آزمایش صورت گرفته بستگی دارد (عادلین و همکاران، ۱۳۹۵). در شاخص‌های بیوشیمیایی خون تفاوتی بین میزان گلوکز و پروتئین کل در جیره شاهد و جیره‌های تغذیه شده با سطوح مختلف مولتی آنزیم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مطالعه عادلین و همکاران (۱۳۹۵) نیز اختلاف معنی‌داری در میزان گلوکز، پروتئین و آلبومین با افزودن مولتی آنزیم ناتوزیم به جیره نشان نداد. اما Mohammadbeygi و همکاران (۲۰۱۲) کاهش میزان گلوکز و پروتئین و Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) افزایش میزان گلوکز را مشاهده نمودند. این اختلافات می‌تواند به نوع آنزیم، میزان و دمایی که ماهی در آن زندگی می‌کند مرتبط باشد.

در این مطالعه افزودن پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی اختلاف معنی‌داری در میانگین وزن ثانویه، درصد افزایش وزن، درصد بقا، ضریب تبدیل غذایی و نرخ رشد ویژه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد. برخلاف نتایج حاضر، Ghosh و همکاران (۲۰۰۸) در ماهیان زنده‌زا با استفاده از باکتری (*Bacillus subtilis*)، Ghosh و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از باکتری (*Bacillus subtilis*) بهبود عملکرد و افزایش شاخص‌های رشد و بقای ماهیان را مشاهده نمودند. استقرار باکتری پروبیوتیک در روده می‌تواند با تولید ترکیبات بازدارنده رشد برای عوامل بیماری‌زا و نیز رقابت برای استفاده از ترکیبات غذایی، فضا، سبب کاهش یا نابودی باکتری‌های بیماری‌زا شوند. هم‌چنین باسیلوس‌های گرم مثبت توانایی ترشح آنزیم‌هایی از قبیل آمیلاز و پروتئاز را دارند که این خود سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین‌های موجود در جیره می‌شود. به‌علاوه



Caspian salmon (*Salmo trutta caspius*). Comparative Clinical Pathology. Vol. 23, No. 1. pp: 187-192.

تاثیر آن بر رشد و بازماندگی ماهی قزل‌آلا. مجله شیلات دانشگاه آزاد آزادشهر. سال ۳، شماره ۳، صفحات ۱۱ تا ۱۱.

۴. **Adeola, O. and Cowieson, A.J., 2011.** Board-invited review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. Journal of animal science. Vol. 89, No. 10, pp: 3189-3218.
۵. **Adeoye, A.A.; Yomla, R.; Jaramillo-Torres, A.; Rodiles, A.; Merrifield, D.L. and Davies, S.J., 2016.** Combined effects of exogenous enzymes and probiotic on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth, intestinal morphology and microbiome. Aquaculture. Vol. 463, pp: 61-70.
۶. **Ai, Q.; Xu, H.; Mai, K.; Xu, W.; Wang, J. and Zhang, W., 2011.** Effects of Dietary Supplementation of *Bacillus subtilis* and Fructooligosaccharide on Growth Performance, Survival, Non-Specific Immune Response and Disease Resistance of Juvenile Large Yellow Croaker, *Larimichthys crocea*. Aquaculture. Vol. 317, pp: 155-161.
۷. **Bedford, M. and Cowieson, A., 2012.** Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology. Animal Feed Science Technology. Vol. 173, pp: 76-85.
۸. **Debidhan, B.C.; Meena, D.K.; Behera, B.K.; Das, P.; Mohapatra, P.D. and Sharma, A.P., 2014.** Probiotics in fish and shellfish culture: immune modulatory and ecophysiological responses. Fish physiology and biochemistry. Vol. 40, No. 3, pp: 921-971.
۹. **Francis, G.; Makkar, H.P. and Becker, K., 2001.** Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture. Vol. 199, No. 3-4, pp: 197-227.
۱۰. **Ghomi, M.R.; Shahriari, R.; Langroudi, H.F.; Nikoo, M.; and von Elert, E., 2012.** Effects of exogenous dietary enzyme on growth, body composition, and fatty acid profiles of cultured great sturgeon (*Huso huso*) fingerlings. Aquaculture international. Vol. 20, No. 2, pp: 249-254.
۱۱. **Ghosh, S.; Sinha, A. and Sahu, C., 2007.** Effect of probiotic on reproductive performance in female livebearing ornamental fish. Aquaculture Research. Vol. 38, No. 5, pp: 518-526.
۱۲. **Kumar, V.; Sinha, A.K.; Makkar, H.P.S.; De Boeck, G. and Becker, K., 2012.** Phytate and phytase in fish nutrition. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. Vol. 96, No. 3, pp: 335-364.
۱۳. **Mohammadbeygi, M.; Imanpour, M.R.; Taghizadeh, V. and Shabani, A., 2012.** The Application of Exogenous β -Glucanase in Barley Based Diet and its Effects on Some Hematological Parameters of Common Carp (*Cyprinus carpio*). World Applied Sciences Journal. Vol. 20, No. 11, pp: 1466-1471.
۱۴. **Nayak, S.K., 2010.** Probiotics and immunity: a fish perspective. Fish and shellfish immunology. Vol. 29, No. 1, pp: 2-14.
۱۵. **Ray, A.; Ghosh, K. and Ringø, E., 2012.** Enzyme-producing bacteria isolated from fish gut: a review. Aquaculture Nutrition. Vol. 18, pp: 465-492.
۱۶. **Taridashti, F.; Zare, A.; Delafkar, Kh. and Azari Takami, Gh., 2017.** Effects of probiotic *Pediococcus acidilactici* on growth performance, survival rate, and stress resistance of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). Journal of Applied Aquaculture.
۱۷. **Zamini, A.; Kanani, H.G.; Esmaili, A.; Ramezani, S. and Zoriezahra, S.J., 2014.** Effects of two dietary exogenous multi-enzyme supplementation, Natuzyme® and beta mannanase (Hemicell®), on growth and blood parameters of

