اثرات مولتی آپسوزایم و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی برشاخص‌های رشد و شاخص‌های بیوشیمیایی خون در ماهی کپورمعمولی (*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 حسینی‌فر**: 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 به‌صورت مجزا و ترکیبی بر شاخص‌های رشد و برخی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) موردبررسی قرار گرفت. بدین‌منظور ۲۱۶ قطعه ماهی کپور با میانگین وزنی ۰/۲۱± ۲۷/۵۲ گرم به‌مدت ۸ هفته با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. آزمایش در ۶ تیمار و هر تیمار با سه تکرار شامل پروبیوتیک (۰/۱ درصد)، مولتی‌آنزیم آپسوزایم (۰/۰۲۵ درصد)، مولتی‌آنزیم آپسوزایم (۰/۰۵ درصد)، ترکیب پروبیوتیک (۰/۱ درصد) و مولتی‌آنزیم آپسوزایم (۰/۰۲۵ درصد)، ترکیب پروبیوتیک (۰/۱ درصد) و مولتی‌آنزیم 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 به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0/05$). هم‌چنین در تیمارهای حاوی ترکیب مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک این شاخص‌ها افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای مجزای پروبیوتیک و مولتی‌آنزیم نشان داد ($P<0/05$). ضریب تبدیل غذایی با افزایش سطح مولتی‌آنزیم و در جیره‌های ترکیب مولتی آنزیم و پروبیوتیک به‌طور 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 مولتی‌آنزیم و ترکیب مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک مشاهده نشد ($P>0/05$). اما با استفاده از پروبیوتیک وجیره‌های‌حاوی‌سطوح‌مختلف مولتی‌آنزیم و جیره‌های ترکیبی میزان آلبومین نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0/05$). نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک می‌تواند برفاکتورهای رشد و بیوشیمیایی خون ماهی تاثیر گذاشته و باعث بهبود وضعیت رشد و تغذیه ماهی کپور گردد.

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

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: roghi_safari@yahoo.com

مقدمه

ماهی کپورمعمولی 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 آبزی‌پروری دنیا را شامل می‌شود. اغلب خوراک‌های گیاهی دارای مقادیری فاکتورهای ضدتغذیه‌ای از جمله فیتاز، پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای (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 اکسترودنمودن جهت بهبود هضم پروتئین‌های گیاهی، کاهش مواد ضدتغذیه‌ای و بالا بردن میزان جذب پروتئین‌های گیاهی وجود دارد (Kumar و همکاران، ۲۰۱۲). اخیراً استفاده از جیره‌های حاوی پروبیوتیک در آبزی‌پروری به‌دلیل داشتن مزایای گوناگون ازجمله غلبه بر محدودیت‌های به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک‌ها، افزایش نرخ تولید توسط بهبود کارآیی رشد و پاسخ ایمنی متداول شده است (Nayak، ۲۰۱۰؛ Debidhan و همکاران، ۲۰۱۴). تحقیقات متعددی در زمینه استفاده از آنزیم‌های خارجی به‌عنوان افزودنی برای بهبود هضم جیره‌های خوراکی با پایه گیاهی در جیره طیور و خوک صورت گرفته است و در حال حاضر به‌عنوان راه‌حلی برای کاهش تاثیرات مواد ضدتغذیه‌ای (NSP) و فایتیک اسید و افزایش استفاده از کربوهیدرات‌ها و فسفر درسراسرجهان می‌باشد(Adeola وCowieson، 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 امینه 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 ازجمله 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 به‌دنبال داشته باشد ازجمله: توانایی تولید آنزیم‌های کاهنده فیبر که مکمل فعالیت آنزیم‌های گوارشی می‌باشد که به‌عبارت 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 مولتی‌آنزیم‌ها و پروبیوتیک‌ها بر پارامترهای رشد و خون ماهیان به‌صورت 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 سیبری (*Acipenser baerii*)، Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) مولتی‌آنزیم کمین بر فیل‌ماهی (*Huso huso*)، Zamini و همکاران (۲۰۱۴) مولتی‌آنزیم ناتوزیم و همی سل و ترکیب این دو مولتی‌آنزیم بر ماهی آزاد (*Salmo trutta caspicus*)، قبادی و همکاران (۱۳۸۸) آویزایم بر ماهی قزل‌آلا (*Onchorhynchus mykiss*)، عادلیان و همکاران (۱۳۹۵) مولتی‌آنزیم ناتوزایم در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، مولتی‌آنزیم‌های تجاری دیگر در تیلاپیا (*Oreochromis niluticus*)(Lin و همکاران، ۲۰۰۷)، باس‌دریایی ژاپنی(*Lateolabrex japonocus*)(Ai و همکاران، ۲۰۰۷)، ترکیب پروبیوتیک‌های *Bacillus subtilus* و *Bacillus pumilus* در تیلاپیا (*Oreochromis niluticus*)(Adeoye و همکاران، ۲۰۱۶) اشاره کرد. اما از آن‌جاکه تاکنون مطالعه‌ای در زمینه تاثیر ترکیبی مولتی‌آنزیم و بتائین صورت‌نگرفته است پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات به‌کارگیری بتائین و مولتی‌آنزیم ناتوزیم در جیره آن بر روی فاکتورهای رشد و بیوشیمیایی خون ماهی کپور انجام شد.

مواد و روش‌ها

شرایط آزمایش: تعداد ۲۱۶ قطعه بچه‌ماهی کپورمعمولی با وزن متوسط ۰/۲۱±۲۷/۵۲ گرم از کارگاه تکثیر و پرورش خصوصی استان گلستان تهیه و به سالن آبزی‌پروری شهید ناصر فضلی‌برآبادی منتقل شد. ماهیان در بدو ورود با حمام نمک ۳٪ ضدعفونی و به‌مدت دو هفته جهت سازگاری با شرایط آزمایش نگه‌داری شدند، سپس بچه ماهیان به‌صورت تصادفی‌در 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)، مولتی‌آنزیم آپسوزایم (۰/۰۲۵ درصد)، مولتی‌آنزیم آپسوزایم (۰/۰۵ درصد)، ترکیب پروبیوتیک(۰/۱درصد)ومولتی‌آنزیم آپسوزایم (۰/۰۲۵ درصد)، ترکیب پروبیوتیک (۰/۱ درصد) و مولتی‌آنزیم 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 بدن‌محاسبه‌و طول‌دوره آزمایش ۲ ماه به‌طول انجامید. در این آزمایش در طول دوره پرورش میانگین دمای آب ۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد، رنج pH ۸-۷ و میانگین اکسیژن ۹ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد.

آماده‌سازی خوراک: پروپیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی از شرکت LALLEMAND و مولتی‌آنزیم آپسوزایم از شرکت PINTALUBA شد. میزان پروبیوتیک و مولتی‌آنزیم مشخص‌شده 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.

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 اوّلیه(گرم)- وزن نهایی(گرم))= افزایش وزن(گرم)

= نرخ رشد ویژه

۱۰۰×[طول دوره آزمایش÷(لگاریتم طبیعی وزن اولیّه-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 تعداد۳ قطعه ماهی ازهرتکرار به‌طور تصادفی صید شده و درمحلول پودرمیخک (با غلظت۰/۵گرم برلیتر) بی‌هوش و نمونه خون با استفاده ازسرنگ از ساقه دمی گرفته و در ظرف‌های پلاستیکی غیرهپارینه ریخته شدند. نمونه‌ها جهت به‌دست آوردن سرم به مدت۱۰دقیقه در۳۰۰۰ دوردردقیقه سانتریفیوژ شد. سرم به ظرف‌های جدید منتقل شده و در دمای۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمدشد. پروتئین کل، آلبومین و گلوکز با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون و به‌وسیله اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شدند.

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

نتایج

شاخص‌های رشد: نتایج شاخص میانگین طول و وزن در ابتدای دوره اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد (P>۰/۰۵). در شاخص میانگین وزن ثانویه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد (P<۰/۰۵)، در این شاخص در تیمار حاوی پروبیوتیک اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده نشد ولی در تیمارهای حاوی مولتی آنزیم با افزایش سطح مولتی‌آنزیم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). هم‌چنین در تیمارهای حاوی ترکیب مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک میانگین وزن ثانویه افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای مجزای پروبیوتیک و مولتی‌آنزیم نشان داد (P<۰/۰۵). شاخص درصد افزایش وزن نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی نشان داد (P<۰/۰۵). در این شاخص در تیمار حاوی پروبیوتیک اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده نشد ولی در تیمارهای حاوی مولتی‌آنزیم با افزایش سطح مولتی‌آنزیم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت(P<۰/۰۵). هم‌چنین در تیمارهای حاوی ترکیب مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک میانگین وزن ثانویه افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای مجزای پروبیوتیک و مولتی‌آنزیم نشان داد (P<۰/۰۵). درشاخص نرخ رشد ویژه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد مشاهده شد. در تیمار مولتی‌آنزیم 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<۰/۰۵)نسبت به تیمار مجزای پروبیوتیک و مولتی‌آنزیم مشاهده شد. در فاکتور ضریب تبدیل غذایی با افزایش سطح مولتی‌آنزیم و در جیره‌های ترکیب مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک این فاکتور به‌طور معنی‌داری بهبود و کاهش یافت (P<۰/۰۵). در رابطه با شاخص درصد بقا اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

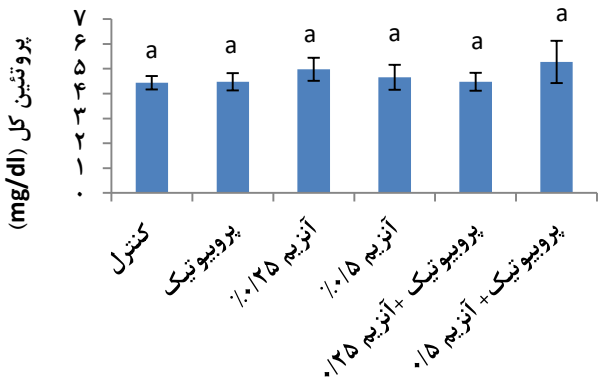
جدول ۱: مقایسه برخی شاخص‌های رشد بچه‌ماهی کپور تغذیه شده طی ۸ هفته با جیره حاوی مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک (میانگین ± انحرف استاندارد)

	شاهد	پروبیوتیک	اپسوزایم ۰/۲۵	اپسوزایم ۰/۵	پروبیوتیک+اپسوزایم ۰/۲۵	پروبیوتیک+اپسوزایم ۰/۵
میانگین وزن اولیه (گرم)	۲۷/۷۲ ± ۰/۲۱^{a}	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)	۴۲/۷ ± ۰/۹۵^{c}	۴۲/۵ ± ۱/۰۴^{c}	۴۳/۳۳ ± ۰/۱۶^{c}	۴۴/۷۵ ± ۰/۷۵^{b}	۴۸/۵۸ ± ۰/۰۸^{a}	۴۹/۵۸ ± ۰/۸۳^{a}
میانگین طول اولیه (سانتی‌متر)	۹/۴۶ ± ۰/۴۱^{a}	۹/۴ ± ۰/۴^{a}	۸/۷ ± ۰/۲^{a}	۸/۶ ± ۰/۳۵^{a}	۹/۱۵ ± ۰/۰۵^{a}	۸/۷ ± ۰/۰۳^{a}
میانگین طول ثانویه (سانتی‌متر)	۱۱/۹۹ ± ۰/۰۸^{a}	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)	۱۵/۰۶ ± ۱/۱۶^{c}	۱۵/۱۲ ± ۱/۱۲^{c}	۱۶ ± ۰/۲۵^{b}	۱۷/۱۱ ± ۰/۷۵^{b}	۲۱/۱۶ ± ۰/۱۷^{a}	۲۱/۹۵ ± ۰/۸۷^{a}
نرخ رشد ویژه	۳/۷ ± ۰/۰۲^{c}	۳/۹ ± ۰/۰۲^{c}	۳/۷ ± ۰/۰۰۳^{c}	۳/۷ ± ۰/۰۱۶^{b}	۳/۸ ± ۰/۰۱۴^{a}	۳/۸ ± ۰/۰۱۶^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۳/۱۹ ± ۰/۲۴^{a}	۳/۱۷ ± ۰/۲۳^{a}	۲/۹ ± ۰/۰۴۶^{ab}	۲/۸ ± ۰/۱۲^{b}	۲/۲۶ ± ۰/۰۱^{c}	۲/۱۸ ± ۰/۰۸^{c}
درصد بقا	۹۷/۷ ± ۳/۸۴^{a}	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.

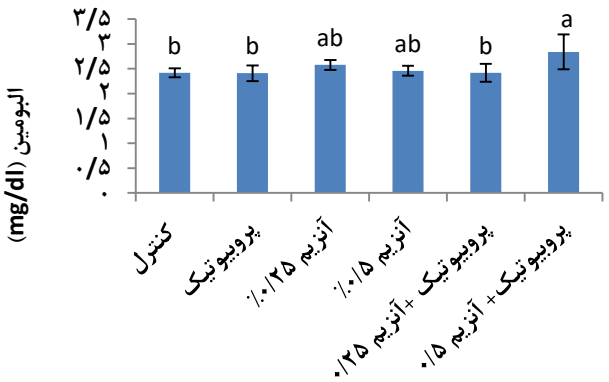
فاکتورهای بیوشیمیایی خون: نتایج بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون پس از هشت هفته تغذیه بچه‌ماهیان کپور با جیره‌های حاوی سطوح متفاوت مولتی‌آنزیم آپسوزایم و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی درشکل‌های(۳-۱)

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 مولتی‌آنزیم و جیره ترکیبی سطوح مختلف مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک مشاهده نشد (P>۰/۰۵). اما با استفاده از پروبیوتیک و جیره‌های حاوی سطوح مختلف مولتی‌آنزیم و جیره‌های ترکیبی میزان آلبومین نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت(P<۰/۰۵).



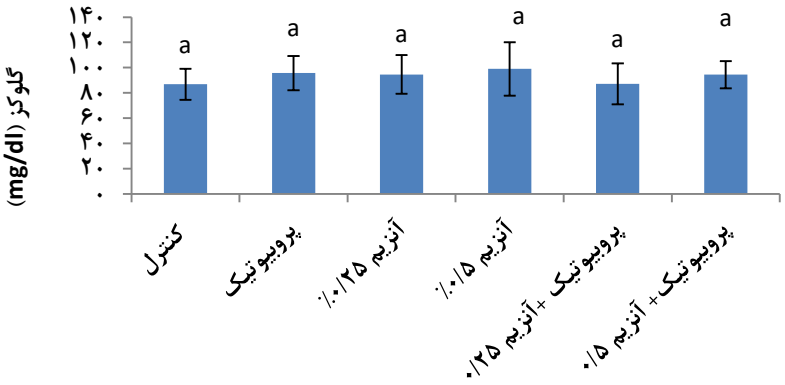
شکل۱: میزان پروتئین کل سرم خون پس از ۸ هفته تغذیه بچه‌ماهیان کپور با جیره‌های حاوی سطوح متفاوت مولتی‌آنزیم آپسوزایم و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین±انحرف استاندارد)



شکل۲: میزان آلبومین سرم خون پس از ۸ هفته تغذیه بچه‌ماهیان کپور با جیره‌های حاوی سطوح متفاوت مولتی‌آنزیم آپسوزایم و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین±انحرف استاندارد)



شکل۳: میزان گلوکز سرم خون پس از ۸ هفته تغذیه بچه‌ماهیان کپور با جیره‌های حاوی سطوح متفاوت مولتی‌آنزیم آپسوزایم و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین±انحرف استاندارد)

بحث

در مطالعه حاضر مشخص شد افزودن سطوح مختلف مولتی‌آنزیم اختلاف معنی‌داری در میانگین وزن ثانویه، درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه بین تیمارها نشان داد، در این شاخص‌ها در تیمارهای حاوی مولتی‌آنزیم با افزایش سطح مولتی‌آنزیم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. ضریب تبدیل غذایی با افزایش سطح مولتی‌آنزیم به‌طور معنی‌داری 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 مولتی‌آنزیم کمبو بر شاخص‌های رشد در تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*)، Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) مولتی‌آنزیم کمین بر فیل‌ماهی (*Huso huso*)، Zamini و همکاران (۲۰۱۲) مولتی‌آنزیم ناتوزیم و همی سل و ترکیب

این دو مولتی‌آنزیم بر ماهی آزاد (*Salmo trutaa caspicus*)، قبادی و همکاران (۱۳۸۸) آویزایم بر ماهی قزل‌آلا (*Onchorhyncus mykiss*)، عادلیان و همکاران (۱۳۹۵) مولتی آنزیم‌ناتوزایم در ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)، مولتی‌آنزیم‌های تجاری دیگر در تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)(Ai و همکاران، ۲۰۰۷)و باس‌دریایی ژاپنی (*Lateolabrax japonicus*)(Lin و همکاران،۲۰۰۷) می‌باشد که بهبود فاکتورهای عملکردی رشدرا 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 مولتی‌آنزیم‌ها بر عملکرد رشد به نوع گونه آبزی، نوع آنزیم و دمایی که در آن آزمایش صورت گرفته بستگی دارد (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۵). در شاخص‌های بیوشیمیایی خون تفاوتی بین میزان گلوکز و پروتئین کل در جیره شاهد و جیره‌های تغذیه شده با سطوح مختلف مولتی‌آنزیم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مطالعه عادلیان و همکاران (۱۳۹۵) تیز اختلاف معنی‌داری در میزان گلوکز، پروتئین و آلبومین با افزودن مولتی‌آنزیم‌ناتوزایم 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. هم-چنین 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 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 مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک این شاخص‌های عملکردی رشد و بقا افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای مجزای پروبیوتیک و مولتی‌آنزیم و شاهد نشان داد. هم‌چنین در جیره‌های ترکیبی مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک میزان شاخص‌های بیوشمیایی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. گزارشات متعددی درباره استفاده مجزا از آنزیم‌های هضم کننده خارجی و پروبیوتیک به‌عنوان مکمل در خوراک ماهیان موجود است. با این‌حال، 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 مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک در این تحقیق مشاهده و تایید شد. افزایش عملکرد رشد را می‌توان به تقابل دو جانبه عملکرد پروبیوتیک- مولتی‌آنزیم و توانایی پروبیوتیک‌ها برای تولید آنزیم‌های تجزیه کننده 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 مولتی‌آنزیم و پروبیوتیک می‌تواند بر فاکتورهای رشد تاثیر گذاشته و باعث بهبود وضعیت رشد و تغذیه ماهی کپور گردد.

منابع

۱. **عادلیان، م.؛ ایمانپور، م.ر.؛ تقی‌زاده، و. و مازندرانی، م.، ۱۳۹۵.** استفاده از مولتی‌آنزیم ناتوزیم در جیره ماهی کپورمعمولی 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 مولتی‌آنزیم 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 مولتی‌آنزیم اویزایم بر جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا و

تاثیر آن بر رشد و بازماندگی ماهی قزل‌آلا. مجله شیلات دانشگاه آزاد آزادشهر. سال ۳، شماره ، صفحات ۲ 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: 3189-32۱۸.

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: 6۱-۷۰.

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: 249-25٤.

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