استفاده از مولتی آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و اثرات آن بر شاخص‌های رشد و برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی خون

- **مهرداد عادلیان***: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۸۷-۴۹۱۷۵
- **محمدرضا ایمان‌پور**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۸۷-۴۹۱۷۵
- **وحید تقی‌زاده**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۸۷-۴۹۱۷۵
- **محمد مازندرانی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۸۷-۴۹۱۷۵

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۴

چکیده

ماهی کپور معمولی (Cyprinus carpio) یک ماهی همه‌چیزخوار است و فعالیت‌های پروتئازی کم‌تری نسبت به فعالیت‌های آمیلازی در روده این ماهی وجود دارد بنابراین به‌نظر می‌رسد با بالا بردن آنزیم‌ها در جیره غذایی بتوان میزان جذب پروتئین در ماهی کپور معمولی را افزایش داد و شاخص‌های رشد را بهبود بخشید. هدف از این پژوهش، به‌کارگیری مولتی آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی و بررسی اثرات آن بر فاکتورهای رشد و برخی از پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی کپور معمولی بوده است. این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در پنج تیمار و سه تکرار انجام شد و مولتی آنزیم (ناتوزیم®، بیوپروتون، استرالیا) در ۵ سطح ۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم غذا، به جیره غذایی اضافه شد و به‌مدت ۸ هفته به ماهی‌ها جیره‌های آزمایشی داده شد و فاکتورهای رشد شامل: افزایش وزن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، درصد افزایش وزن بدن (WGP)، شاخص وضعیت (CF) و راندمان پروتئین (PER) مورد بررسی قرار گرفت. از فاکتورهای بیوشیمیایی خون میزان آلبومین، کلسیم، گلوکز و پروتئین کل اندازه‌گیری و بررسی شد. تیمارهای مختلف در شاخص وضعیت (CF) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($P>0/05$)، اما سطوح آنزیمی ۲۵۰ و ۵۰۰ (میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر افزایش وزن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، درصد افزایش وزن بدن (WGP) و راندمان پروتئین (PER) بیشترین تاثیرگذاری را داشتند ($P<0/05$). سطوح آنزیمی مختلف بر فاکتورهای بیوشیمیایی خون (آلبومین، کلسیم، گلوکز و پروتئین کل) تاثیر معنی‌داری نداشتند ($P>0/05$).

کلمات کلیدی: شاخص‌های رشد، ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، مولتی آنزیم ناتوزیم، فاکتورهای بیوشیمیایی خون

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Mehrdad20ad@Gmail.com

مقدمه

نیاز روزافزون به آبزیان و هم‌چنین محدودیت صید از طبیعت سبب توسعه صنعت آبزی‌پروری برای بشر گردید. موفقیت صنعت آبزی‌پروری به‌صورت عمده به کیفیت محصول پرورش داده شده باز می‌گردد. با گسترش محصولات آنزیمی، استفاده از آنزیم‌ها برای بهبود وضعیت تغذیه ماهیان ضروری به‌نظر می‌رسد. آنزیم‌های تجاری، ترکیبی از چندین نوع آنزیم هستند که روی انواع مختلفی از اجزاء تشکیل‌دهنده مواد غذایی، مؤثرند (Ritz و همکاران، ۱۹۹۵؛ Pettersson و Åman، ۱۹۸۹؛ Moran و McGinnis، ۱۹۶۸؛ Hastings، ۱۹۴۶). شتابی که مکانیسم عمل آنزیم‌ها به واکنش‌های شیمیایی می‌دهند تا 10^{20} برابر زمانی است که واکنش در آب بدون کاتالیزگر انجام شود (Ringe و Petsko، ۲۰۰۸). آنزیم‌ها می‌توانند اثرات فاکتورهای ضدتغذیه‌ای را از بین ببرند و سبب بهبود عملکرد ماهی شوند (Soltan، ۲۰۰۹؛ Farhangi و Carter، ۲۰۰۷). با توجه این‌که ماهی کپور معمولی یک ماهی همه‌چیزخوار است و فعالیت‌های پروتئازی کم‌تری نسبت به فعالیت‌های آمیلازی در روده این ماهی وجود دارد (Hidalgo و همکاران، ۱۹۹۹)، بنابراین به‌نظر می‌رسد با بالا بردن آنزیم‌ها در جیره غذایی بتوان میزان جذب پروتئین در ماهی کپور معمولی را افزایش داد و شاخص‌های رشد را بهبود بخشید.

مطالعات فراوانی نشان می‌دهد که آنزیم‌ها می‌توانند سبب بهبود عملکرد سیستم گوارشی شوند و درنتیجه افزایش رشد، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و راندمان پروتئین را بهبود بخشند، کپورماهیان انگشت‌قد (*Cyprinus carpio*) (Bogut و همکاران، ۱۹۹۵)، هیبرید تیلاپیا(*Oerochromis nioticus*×*O. aureus*) (Lin و همکاران، ۲۰۰۷)، گربه‌ماهی‌افریقایی (*Clarias gariepinus*) (Yildirim و Turan، ۲۰۱۰) و ماهی آزاد خزر (*salmo trutta caspius*) (Zamini و همکاران، ۲۰۱۲). هم‌چنین مطالعات دیگری در زمینه آنزیم و اثرات آن بر خصوصیات خون وجود دارد، کیفیت و کمیت جیره غذایی می‌تواند بر خصوصیات خون تاثیرگذار باشد (Hoseinifar و همکاران، ۲۰۱۱). Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) اثرات مولتی‌آنزیم کمین بر پارامترهای بیوشیمیایی خون فیل ماهی (*Huso huso*) را مورد بررسی قرار دادند. Mohammadbeygi و همکاران (۲۰۱۳) اثرات آنزیم اندوبتاگلوکاناز بر فاکتورهای خونی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) را بررسی کردند. اخیراً یافته‌های جدید نشان می‌دهد که مولتی‌آنزیم‌ها می‌توانند بر شاخص‌های گنادی نیز تأثیرگذار باشد و سبب رسیدگی جنسی در زمانی کوتاه‌تر نسبت به گروه شاهد شوند (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۲).

بنابراین هدف از این پژوهش، به‌کارگیری مولتی‌آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی و بررسی اثرات آن بر فاکتورهای رشد است. هدف دیگر این پژوهش پاسخ به این سوال است که آیا مولتی‌آنزیم ناتوزیم، پارامترهای بیوشیمیایی خون (کلسیم، آلبومین، پروتئین کل و گلوکز) ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) را تحت تاثیر قرار می‌دهد؟

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط آزمایش: این آزمایش در مهرماه ۱۳۹۲ به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در پنج تیمار و سه تکرار در سالن تحقیقات آبزی‌پروری شهید ناصر فضلی‌برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. ماهی‌ها از مرکز تکثیر و پرورش شهید مرجانی خریداری شدند و به مرکز تحقیقات آورده شدند. ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پس از مواجهه با حمام آب نمک ۲٪ در ۱۵ آکواریوم توزیع شدند. در هر آکواریوم ۱۰ ماهی با میانگین وزنی ۰/۰۲± ۷/۵۶ گرم قرار داده شدند. هر آکواریوم تا حجم ۴۰ لیتر پرشد و دما در ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. هوادهی تا حد ممکن انجام شد. جهت سازگار کردن ماهی‌ها، همه آن‌ها به‌مدت یک هفته از جیره غذایی بدون آنزیم تغذیه شدند و بعد از آن به ماهی‌ها به‌مدت ۸ هفته جیره‌های آزمایشی داده شد. جهت اندازه‌گیری میزان غذای موردنیاز برای ماهیان، ماهیان هر دوهفته در میان زیست‌سنجی شدند. با توجه به افزایش وزن و کاهش نیاز غذایی، در دو هفته اول به اندازه ۴٪ و دو هفته دوم به اندازه ۳/۵٪ و دو هفته سوم و چهارم به اندازه ۳/۲۵٪ توده وزنی و روزی ۲بار در ساعت ۹ و ۱۶به ماهیان غذادهی شد. در طول مدت آزمایش علائم بیماری و یا تلفاتی در هیچ‌یک از گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد.

زیست‌سنجی ماهیان: در ابتدای آزمایش و برای کاهش اختلاف میانگین وزنی ماهیان، زیست‌سنجی انجام گردید. برای زیست‌سنجی ابتدا به‌وسیله اسانس گل میخک، محلول بی‌هوش کننده به غلظت ۲۰۰ppm تهیه شد و ماهیان را بی‌هوش نموده و با استفاده از خط کش و ترازوی دیجیتال (AND, EK-۶۱۰i) ماهیان را به‌صورت تک‌تک وزن نموده و طول کل آن‌ها ثبت شد.

افزودن آنزیم به جیره غذایی: برای انجام این آزمایش از غذای تجاری (انرژی ۴EF۳۰۰۱، تایلند) استفاده شد و مولتی آنزیم (ناتوزیم®، بیوپروتون، استرالیا) در ۵ تیمار ۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم غذا، به جیره غذایی اضافه شد. برای این کار، مولتی آنزیم با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یک ده هزارم گرم توزین شد و بعد از آن هرگروه

توزین شده، به‌صورت جداگانه در آب حل شد و سپس با استفاده از افشانه بر روی غذا اسپری شد. برای این‌که آبشوئی به حداقل برسد، پودر ژله (به‌میزان ۲٪) به آب اضافه گردید و زمانی‌که پودر ژله کاملاً در آب حل شد، با استفاده از افشانه بر روی غذاهایی که مولتی‌آنزیم به آن اضافه شده بود، اسپری شد (پودر ژله در همه گروه‌ها به میزان برابر استفاده شد و همین مقدار به گروه شاهد نیز اضافه گردید). مولتی‌آنزیم ناتوزیم دارای ۱۳ آنزیم پروتئاز، لیپاز، فیتاز، آلفاآمیلاز، سلولاز، آمیلوگلوکوسیداز، بتاگلوکاناز، پنتوسوناز، همی‌سلولاز، زایلاناز، پکتیناز، اسید فسفتاز و اسید فیتاز است (شرکت تولیدکننده اطلاعاتی در مورد نسبت این آنزیم‌ها، در مولتی‌آنزیم ناتوزیم در اختیار قرار ندادند).

محاسبه فاکتورهای رشد: در هرگروه، وزن اولیه و وزن نهایی ماهی‌ها به‌صورت تک‌تک اندازه‌گیری شد و رشد (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، درصد افزایش وزن بدن (WGP)، شاخص وضعیت (CF) و راندمان پروتئین (PER) مطابق روش Castell و Tiews (۱۹۸۰) به‌صورت ذیل محاسبه شد:

$$\text{رشد } (WG) = W_f - W_i$$

W_f وزن نهایی و W_i وزن اولیه (گرم)

$$\text{نرخ رشد ویژه (SGR)} = \frac{\ln W_f - \ln W_i}{t} \times 100$$

t مدت آزمایش (روز)

$$\text{ضریب تبدیل غذایی (FCR)} = \frac{F}{W_f - W_i}$$

F وزن خشک غذای داده شده (گرم)

$$\text{درصد افزایش وزن بدن (WGP)} = \frac{W_f - W_i}{W_i} \times 100$$

$$\text{شاخص وضعیت (CF)} = \frac{W}{L^3} \times 100$$

L طول (سانتی‌متر)

$$\text{راندمان پروتئین (PER)} = \frac{W_f - W_i}{P}$$

P پروتئین داده شده (گرم)

آنالیز خون: در پایان هشتمین هفته از آزمایش، ۷ ماهی از هر آکواریوم انتخاب شد و در اسانس گل میخک به غلظت ۲۰۰ppm بی‌هوش شدند و آب اضافی از سطح بدن ماهی‌ها به‌وسیله حوله نرم حذف شد. بعد از آن به‌وسیله قطع ساقه دمی از آن‌ها خون‌گیری شد و در تیوپ‌های ۲ میلی‌لیتری برای آنالیزهای بیوشیمیایی قرار داده شدند و سپس با استفاده از سانتریفیوژ (۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰) سرم خون از بقیه اجزا خون جدا و به‌آرامی توسط سمپلر به ویال‌های اپندورفی که مشخصات مربوط به هر گروه توسط برچسب روی آن نصب شده بود منتقل گردید. ویال‌های اپندورف تا لحظه آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند (Vigiani و همکاران، ۲۰۱۰). در آزمایشگاه شیمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، میزان آلبومین، کلسیم، گلوکز و پروتئین کل به‌وسیله کیت‌های کلینیکی تجاری (پارس آزمون) و روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد.

آنالیز داده‌ها: داده‌های حاصل از این پژوهش ابتدا در نرم افزار Microsoft Excel ۲۰۱۰ قرار داده شد و طبق فرمول، هریک از شاخص‌ها محاسبه گردید و پس از آن داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SPSS ۱۷، با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) مورد بررسی قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین تیمارها، از آزمون دانکن استفاده شد ($P<0/05$).

نتایج

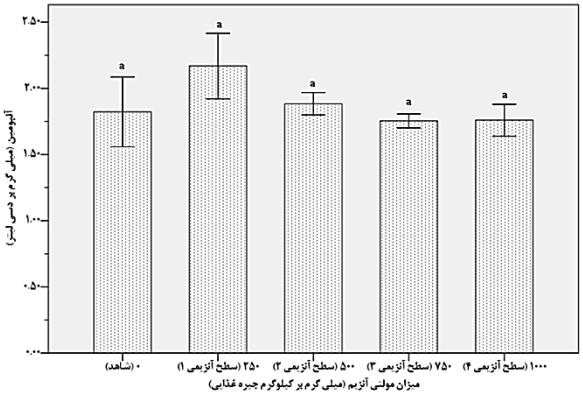
فاکتورهای رشد: همان‌طورکه جدول ۱ نشان می‌دهد افزایش وزن در تمامی سطوح آنزیمی با گروه شاهد تفاوت معنی‌دار داشت ($P<0/05$). سطوح آنزیمی ۱ و ۲ بیش‌ترین میزان رشد را نشان داد که با سطوح آنزیمی ۳ و ۴ و هم‌چنین گروه شاهد تفاوت معنی‌دار داشت ($P<0/05$). میزان افزایش رشد در سطوح آنزیمی ۳ و ۴ به‌طور معنی‌داری نسبت به سطوح آنزیمی ۱ و ۲ کاهش داشته است ($P<0/05$). نرخ رشد ویژه در سطوح آنزیمی ۱ و ۲ به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش داشته است ($P<0/05$) اما سطح آنزیمی ۳ نسبت به سطوح آنزیمی ۱ و ۲ کاهش داشته است ($P<0/05$). در سطح آنزیمی ۴، این روند کاهش نرخ رشد ویژه، به‌حدی بوده است که با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ($P>0/05$). ضریب تبدیل غذایی در سطوح آنزیمی ۱ و ۲ به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش داشت ($P<0/05$) اما در سطوح آنزیمی بالاتر یعنی سطوح آنزیمی ۳ و ۴ ضریب تبدیل غذایی افزایش یافت ($P<0/05$). درصد افزایش وزن بدن در سطوح آنزیمی ۱ و ۲ به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش داشت ($P<0/05$) اما درصد افزایش وزن بدن مربوط به سطح آنزیمی ۳ نسبت به سطوح آنزیمی ۱ و ۲ کاهش داشت ($P<0/05$). در سطح آنزیمی ۴، این روند کاهش درصد افزایش وزن بدن، به حدی بود که با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$). با افزودن آنزیم به جیره غذایی، شاخص وضعیت در هیچ‌یک از سطوح آنزیمی نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$). راندمان پروتئین در تمامی سطوح آنزیمی با گروه شاهد تفاوت معنی‌دار داشت ($P<0/05$). سطوح آنزیمی ۱ و ۲ بیش‌ترین میزان راندمان پروتئین را نشان داد که با سطوح آنزیمی ۳ و ۴ و هم‌چنین گروه شاهد تفاوت معنی‌دار داشت ($P<0/05$).

جدول ۱: اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر فاکتورهای رشد

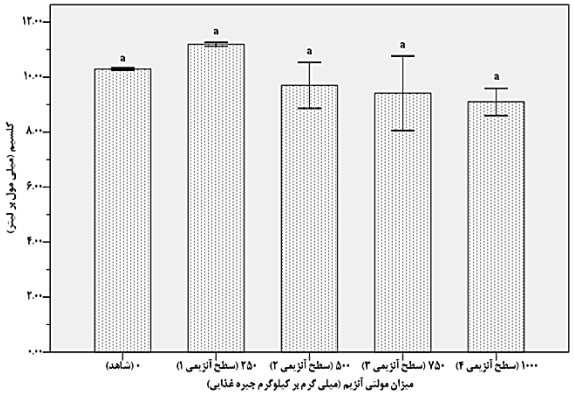
میزان آنزیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰
پارامتر	(شاهد)	(سطح آنزیمی ۱)	(سطح آنزیمی ۲)	(سطح آنزیمی ۳)	(سطح آنزیمی ۴)
وزن اولیه (گرم)	۷/۴۴±۰/۰۱	۷/۵۶±۰/۰۳	۷/۵۹±۰/۰۳	۷/۶۰±۰/۰۷	۷/۶۴±۰/۰۶
وزن نهایی (گرم)	۱۷/۶۷±۰/۰۵	۱۹/۸۳±۰/۴۰	۲۰/۱۴±۰/۲۴	۱۸/۹۷±۰/۳۶	۱۸/۹۱±۰/۳۰
افزایش وزن (گرم)	۱۰/۲۳±۰/۰۳ c*	۱۲/۲۷±۰/۲۷ a	۱۲/۵۵±۰/۱۶ a	۱۱/۳۷±۰/۰۹ b	۱۱/۲۷±۰/۱۳ b
نرخ رشد ویژه (درصد بر روز)	۱/۵۴±۰/۰۰ c	۱/۷۲±۰/۰۳ a	۱/۷۴±۰/۰۱ a	۱/۶۳±۰/۰۲ b	۱/۶۱±۰/۰۰ bc
ضریب تبدیل غذایی	۱/۸۶±۰/۰۰ a	۱/۵۸±۰/۰۳ c	۱/۵۵±۰/۰۱ c	۱/۶۹±۰/۰۰ b	۱/۷۰±۰/۰۱ b
درصد افزایش وزن بدن (درصد)	۱۳۷/۵۷±۰/۰۵ c	۱۶۲/۳۵±۴/۲۸ a	۱۶۵/۳۰±۱/۶۰ a	۱۵۰/۲۰±۳/۴۴ b	۱۴۶/۴۴±۰/۵۲ bc
شاخص وضعیت (درصد)	۱/۸۹±۰/۰۳ a	۱/۸۰±۰/۰۳ a	۱/۸۳±۰/۰۳ a	۱/۹۳±۰/۰۴ a	۱/۸۶±۰/۰۷ a
راندمان پروتئین	۱/۳۱±۰/۰۰ c	۱/۵۳±۰/۰۳ a	۱/۵۶±۰/۰۱ a	۱/۴۳±۰/۰۰ b	۱/۴۳±۰/۰۱ b

*حروف انگلیسی غیرمشترک در هر ردیف، نشانه تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف خطا می‌باشد.

فاکتورهای بیوشیمایی خون: با توجه به شکل ۱، افزودن مولتی‌آنزیم ناتوزیم به جیره غذایی اگرچه میزان آلبومین را در درسطح آنزیمی ۱ افزایش داد اما هیچ‌یک از تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). هم‌چنین شکل ۲ نشان می‌دهد که افزودن مولتی‌آنزیم به جیره غذایی بر کلسیم خون تاثیرگذار نبود (P>۰/۰۵). شکل ۳ نشان می‌دهد که افزودن مولتی‌آنزیم ناتوزیم به جیره غذایی باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری در گلوکز خون نشد (P>۰/۰۵). با توجه به شکل ۴ افزودن این مولتی‌آنزیم به جیره غذایی تغییر معنی‌داری در پروتئین کل خون نکرد (P>۰/۰۵) .

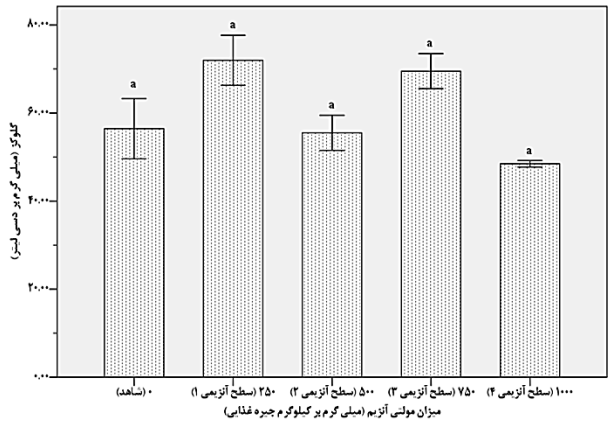


شکل ۱: نمودار اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر آلبومین خون

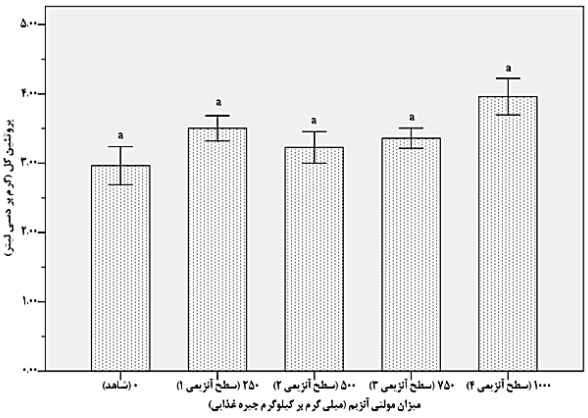


شکل۲: نمودار اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر کلسیم خون

حروف انگلیسی یکسان بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف خطا می‌باشد.



شکل ۳: نمودار اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر گلوکز خون



شکل ۴: نمودار اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر پروتئین کل خون

حروف انگلیسی یکسان بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف خطا می‌باشد.

بـحث

شاخص‌های رشد:

-افزایش وزن: پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از مولتی‌آنزیم ناتوزیم به‌میزان ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بهترین رشد را ایجاد کرد. این یافته با مطالعات Zamini و همکاران (۲۰۱۲) هم‌خوانی داشت. در پژوهشی که Zamini و همکاران (۲۰۱۲) انجام دادند، بهترین رشد را ۰/۵ گرم ناتوزیم+ ۰/۵ گرم همیسل در قزل‌آلا بیان کردند. بنابراین این‌گونه می‌توان بیان نمود که در پژوهش حاضر ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم حداکثر میزان مولتی‌آنزیمی است که می‌توان در جیره جهت ایجاد بیش‌ترین افزایش رشد استفاده کرد. اما پژوهش‌های Zamini و همکاران (۲۰۱۲) علاوه بر این میزان مولتی‌آنزیم، ۰/۵ گرم آنزیم همیسل بر کیلوگرم جیره غذایی استفاده کرده‌اند که نشان می‌دهد ماهی قزل‌آلا به‌میزان بیش‌تری از آنزیم جهت ایجاد بهترین رشد نیازمند است. این تفاوت به‌نظر می‌رسد دو علت داشته باشد: یکی تفاوت در رژیم غذایی ماهی کپور معمولی (همه‌چیزخوار) و ماهی قزل‌آلا (گوشت‌خوار) و دیگری تفاوت در دمایی است که این دو ماهی در آن رشد می‌کنند. چون آنزیم‌ها برای ایجاد بیش‌ترین فعالیت به دمای اپتیمم نیازمندند (Hidalgo و همکاران، ۱۹۹۹).

-نرخ رشد ویژه: بیش‌ترین نرخ رشد ویژه مربوط به سطح آنزیمی ۲ بود که نشان داد افزودن آنزیم به جیره غذایی سبب افزایش نرخ رشد ویژه می‌گردد. این یافته با پژوهش‌های Ghomi و همکاران (۲۰۱۲)؛ Wen-ju و همکاران (۲۰۰۸)؛ Lin و همکاران (۲۰۰۷)؛ Aimin و همکاران (۲۰۰۶)؛ Bogut و همکاران (۱۹۹۵) هم‌خوانی داشت. اما با مطالعات Thongprajukaew و همکاران (۲۰۱۱)؛ تبریزی و همکاران (۱۳۹۰)؛ Kumar و همکاران (۲۰۰۶) هم‌خوانی نداشت که علت می‌تواند تفاوت در نوع آنزیم‌ها، نوع گونه و دمایی باشد که آزمایش‌ها در آن صورت گرفته است. کاهش نرخ رشد ویژه در اثر افزودن مولتی‌آنزیم بیش‌ازحد اپتیمم با یافته‌های Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) تطابق داشت.

-ضریب تبدیل غذایی: مولتی‌آنزیمی ناتوزیم بهترین ضریب تبدیل غذایی را در سطح آنزیمی ۲ ایجاد می‌کند که این به‌نظر می‌رسد سطوح بالاتر از ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم باعث ایجاد اثرات سوء در فرایند هضم می‌شود و ضریب تبدیل غذایی افزایش می‌یابد که با یافته‌های Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) هم‌خوانی داشت.

-درصد افزایش وزن: بیش‌ترین درصد افزایش وزن بدن در سطح آنزیمی ۲ مشاهده شد و بالاتر از این سطح، درصد افزایش وزن بدن کاهش می‌یابد. بهبود درصد افزایش بدن با پژوهش Zamini و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت.

-**شاخص وضعیت:** در این پژوهش، در گروه‌های مختلف شاخص وضعیت تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵) اما قبادی و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهش‌های خود نشان داد که استفاده از مکمل آنزیمی در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) سبب بهبود شاخص وضعیت می‌شود. هم‌چنین Zamini و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش‌های نشان داده‌اند که استفاده از مولتی‌آنزیم ناتوزیم در شاخص وضعیت تأثیرگذار است. با این‌حال در پژوهش حاضر به‌نظر می‌رسد که مصرف مولتی‌آنزیم ناتوزیم باعث می‌شود که طول و وزن متناسب با هم رشد کنند. به‌عبارت‌دیگر اگرچه این مولتی‌آنزیم سبب افزایش رشد می‌شود اما طول ماهی نیز متناسب با وزن، افزایش می‌یابد و درنتیجه شاخص وضعیت ثابت می‌ماند.

-**راندمان پروتئین:** افزودن مولتی‌آنزیم ناتوزیم به‌میزان ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیش‌ترین میزان راندمان پروتئین را ایجاد می‌کند اما سطوح بالاتر از این مقدار سبب کاهش راندمان پروتئین می‌شود. تأثیرگذاری مولتی‌آنزیم‌ها بر راندمان پروتئین با پژوهش Lin و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد.

فاکتورهای بیوشیمیایی خون:

-**آلبومین خون:** در پژوهش حاضر اگرچه سطح ۱ آنزیمی، میزان بیش‌تری از آلبومین را نشان می‌دهد اما با افزودن مولتی‌آنزیم ناتوزیم به جیره غذایی تفاوت معنی‌داری در آلبومین خون مشاهده نشد (P>۰/۰۵). Mohammadbeygi و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش‌های خود نشان دادند که افزودن آنزیم به جیره غذایی سبب افزایش آلبومین خون ماهی کپورمعمولی می‌شود. این عدم هم‌خوانی در یافته‌ها به‌نظر می‌رسد به‌دلیل تفاوت در نوع آنزیم‌های مورد آزمایش بوده است.

-**کلسیم خون:** در تحقیق حاضر با افزودن مولتی‌آنزیم به جیره غذایی تفاوت معنی‌داری در کلسیم خون مشاهده نشد(P>۰/۰۵). در منابع پژوهشی درزمینه اثرات آنزیم بر کلسیم خون یافت نشد.

-**گلوکز خون:** در این پژوهش افزودن مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر میزان گلوکز خون تأثیرگذار نبود (P>۰/۰۵). بررسی‌های Oğuz و همکاران (۲۰۱۱) نشان می‌دهد که به‌کارگیری آنزیم تأثیری بر گلوکز خون ندارد که این با پژوهش حاضر مطابقت دارد. اما Mohammadbeygi و همکاران (۲۰۱۲) بیان نموده‌اند که افزودن آنزیم به جیره غذایی، گلوکز خون را کاهش می‌دهد. Yuan و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که به‌کارگیری آنزیم سبب افزایش گلوکز خون می‌شود.

-**پروتئین کل خون:** پروتئین کل خون با افزودن مولتی آنزیم ناتوزیم به جیره غذایی تغییر معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵) که علت آن علاوه بر نوع آنزیم، به‌میزان آنزیم و دمایی که ماهی در آن زیست می‌کند بستگی دارد (lin و همکاران، ۲۰۰۷؛ Hidalgo و همکاران، ۱۹۹۹). Mohammadbeygi و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش‌های خود بیان کردند که افزودن آنزیم به جیره غذایی سبب کاهش پروتئین کل می‌شود که این یافته با پژوهش حاضر مطابقت نداشت. Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) در طی بررسی‌های خود نشان دادند که استفاده از آنزیم سبب افزایش پروتئین خون می‌شود که این یافته نیز با پژوهش حاضر مطابقت نداشت. در این پژوهش ناتوزیم در سطوح آنزیمی ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بهترین رشد را ایجاد کرد. اما برای انتخاب این‌که در جیره غذایی از ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم یا ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از ناتوزیم استفاده شود، می‌توان گفت به دلیل این‌که دو سطح آنزیمی ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در یک گروه آماری (از نظر کمی در شاخص‌های رشد) قرار گرفتند، بنابراین مولتی آنزیم ناتوزیم در سطح ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در جیره غذایی به‌عنوان بهترین سطح آنزیمی برای ایجاد بهترین میزان رشد معرفی می‌گردد. در مورد فاکتورهای بیوشیمیایی خون به‌طورکلی می‌توان بیان نمود که استفاده از این مولتی‌آنزیم در جیره غذایی بر فاکتورهای خونی تأثیر معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵).

تشکر و قدردانی

از جناب آقای مهندس علی جافر که با تحمل زحمات فراوان حق زیادی در این تحقیق دارند، تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

۱. **تبریزی، م.؛ نجاتی، م.؛ نوتاش، ش. و میرزایی، ح.، ۱۳۹۰.** تأثیر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم بر عملکرد و میزان بقاء ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان پرواری (*Oncorhynchus mykiss*). مجله دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. دوره ۵، شماره ۱، صفحات ۱۱۰۳ تا ۱۱۱۰.

۲. **عادلیان، م.؛ ایمان‌پور، م.؛ تقی زاده، و. و مازندرانی، م.، ۱۳۹۲.** استفاده از مولتی‌آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و تأثیر آن بر شاخص گنادوسوماتیک (GSI). دومین همایش ملی شیلات و آبزیان ایران. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس.

۳. **قبادی، ش.؛ متین‌فر، ع.؛ نظامی، ش. و سلطانی، م.، ۱۳۸۸.** عملکرد مکمل آنزیمی آویزایم بر جایگزینی آرد ماهی

با آرد سویا و تأثیر آن بر رشد و بازماندگی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus Mykiss*). مجله شیلات. سال ۳، شماره ۲، صفحات ۱۱ تا ۲۲.

4. **Aimin, W. and Wenbin, L., 2006.** Effects of exogenous enzymes on the growth and apparent digestivibility of allogynogenetic crucian carp fingerlings. J. Feed Industry. Vol. 2, No. 8.
5. **Bogut, I.; Opačak, A. and Stević, I., 1995.** The influence of polyzymes added to the food on the growth of carp fingerlings (*Cyprinus carpio*). Aquaculture. Vol. 129, pp: 252-270.
6. **Castell, J.D. and Tiews, K., 1980.** Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on standardization of methodology in fish nutrition research.(Hamburg, Federal Republic of Germany, 21-23 March 1979). pp: 26–36.
7. **Farhangi, M. and Carter, C.G., 2007.** Effect of enzyme supplementation to dehulled lupin based diets on growth, feed efficiency, nutrient digestibility and carcass composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture Research. Vol. 38, pp: 1274-1282.
8. **Ghomi, M.R.; Shahriari, R.; Langroudi, H.F. and Nikoo, M., 2012.** The effects of dietary enzyme on some blood biochemical parameters of the cultured great sturgeon *Huso huso* juveniles. Comparative Clinical Pathology. Vol. 21, No. 2, pp: 201-204.
9. **Hastings, W.H., 1946.** Enzyme supplements to poultry feeds. Poultry Science. Vol. 25, No. 6, pp: 584-586.
10. **Hidalgo, M.C.; Urea, E. and Sanz, A. 1999.** Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. Aquaculture. Vol. 170, No. 3, pp: 267-283.
11. **Hoseinifar, S.H.; Mirvaghefi, A.; Merrifield, D.L.; Amiri, B. M.; Yelghi, S. and Bastami, K.D., 2011.** The study of some haematological and serum biochemical parameters of juvenile beluga (*Huso huso*) fed oligofructose. Fish physiology and biochemistry. Vol. 37, No. 1, pp: 91-96.
12. **Kumar, S.; Sahu, N.P. and Pal, A.K., 2006.** Non gelatinized Corn Supplemented with Microbial cc amylase at Sub optimal Protein in the Diet of *Labeo rohita* (Hamilton) Fingerlings Increases Cell Size of Muscle. Journal of Fisheries andAquatic Science. Vol. 1, No. 2, pp: 102-111.
13. **Lin, S.; Mai, K. and Tan, B., 2007.** Effects of exogenous enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus x O. aureus*. Aquaculture research. Vol. 38, No. 15, pp: 1645-1653.
14. **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.
15. **Mohammadbeygi, M.; Imanpour, M.R.; Taghizadeh, V. and Shabani, A., 2013.** Endo 1-3 (4) Beta-glucanasesupplementation of Barley Based Diet and Its Effect on Some Hematological Parameters of Common Carp. Global Veterinaria. Vol. 1, pp: 4-13.
16. **Moran, E.T. and McGinnis, J., 1968.** Growth of chicks and turkey poults fed western barley and corn grain-based rations: Effect of autoclaving on supplemental enzyme requirement and asymmetry of antibiotic response between grains. Poultry Science. Vol. 47, pp: 152-158.
17. **Oğuz, M.N.; Oğuz, F.K. and Göncüoğlu, E., 2011.** The effect of dehulled barley on performance and some blood parameters on quails. Yüzüncü yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. Vol. 22, No. 3, pp: 175-179.
18. **Pettersson, D. and Åman, P., 1989.** Enzyme supplementation of a poultry diet containing rye and wheat. British journal of Nutrition. Vol. 62, pp: 139-149.
19. **Ringe, D. and Petsko, G.A., 2008.** How enzymes work. Science. New York Then Washington. Vol. 320, 5882 p.
20. **Ritz, C.W.; Hulet, R.M.; Self, B.B. and Denbow, D.M., 1995.** Growth and intestinal morphology of male turkeys as influenced by dietary supplementation of amylase and xylanase. Poultry science. Vol. 74, No. 8, pp: 1329-1334.
21. **Soltan, M.A., 2009.** Effect of Dietary Fish Meal Replacement by Poultry By-Product Meal with Different Grain Source and Enzyme Supplementation on Performance, Feces Recovery, Body Composition and Nutrient Balance of Nile Tilapia. Pakistan Journal of Nutrition. Vol. 8, No. 4, pp: 395-407.
22. **Thongprajukaew, K.; Kovitvadhi, U.; Kovitvadhi, S.; Somsueb, P. and Rungruangsak-Torrissen, K., 2011.** Effects of different modified diets on growth, digestive enzyme activities and muscle compositions in juvenile Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910). Aquaculture. Vol. 322, pp: 1-9.

23. **Vigiani, V.; Lupi, P. and Mecatti, M., 2010.** Some haematochemical parameters of intensively farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Italian Journal of Animal Science. Vol. 4, No. 2, pp: 574-576.
24. **Wen-ju, W.J.W.A.N.; Cun-bin, W.U.S.S.H. I. and Cheng, J.I., 2008.** Effects of Non-starch Polysaccharide on Activities of Protease and Amylase of Hybrid Tilapia (*Oreochromis Niloticus*× *O. Aureus*). Chinese Journal of Animal Nutrition, Vol. 5, pp: 16-25.
25. **Yildirim, Y.B. and Turan, F., 2010.** Effects of exogenous enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in African catfish, Clarias gariepinus. Journal of Animal and Veterinary Advances. Vol. 9, No. 2, pp: 327-331.
26. **Yuan, J.; Yao, J.; Yang, F.; Yang, X.; Wan, X.; Han, J. and Wang, Y., 2008.** Effects of supplementing different levels of a commercial enzyme complex on performance, nutrient availability, enzyme activity and gut morphology of broilers. Asian Australasian Journal of Animal Sciences. Vol. 21, No. 5, pp: 692-701.
27. **Zamini, A.; Kanani, H.; Esmaeili, A.; Ramezani, S. and Zorie Zahara, S., 2012.** 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. 5, pp: 1-6.