

مقایسه سطوح مجزا و توام مولتی آنزیم‌های تجاری بر کارایی تغذیه و ترکیب شیمیایی لاشه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

مانا خراسانی نژاد، رضا طاعتی، حمید عبدالله پور بی ریا

گروه شیلات، واحد تالش، دانشگاه آزاد اسلامی، تالش، ایران

(دریافت مقاله: ۳۰ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷، پذیرش نهایی: ۵ شهریور ماه ۱۳۹۷)

چکیده

زمینه مطالعه: آنزیم‌ها کاتالیزورهای آلی هستند که می‌توانند سبب آغاز و یا تسریع واکنش‌های شیمیایی شوند.
هدف: تحقیق حاضر به منظور مقایسه سطوح مجزا و توام مولتی آنزیم‌های تجاری بر کارایی تغذیه و ترکیب شیمیایی لاشه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) صورت گرفت.
روش کار: تعداد ۹۶ قطعه بچه ماهی کپور معمولی با وزن متوسط $2/56 \pm 13/06$ g به مدت ۸ هفته در قالب ۶ تیمار شامل شاهد (بدون مکمل آنزیمی)، ۱ g/kg کومبو، ۱/۵ g/kg کومبو، ۱ g/kg ناتوزایم پلاس، ۱/۵ g/kg ناتوزایم پلاس و ترکیب ۱ g/kg کومبو+ ۱ g/kg ناتوزایم پلاس با ۲ تکرار توزیع شدند.
نتایج: شاخص‌های رشد نظیر وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و میانگین رشد روزانه در تیمار ۱ g/kg ناتوزایم پلاس نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی اختلافات معنی‌دار آماری نشان دادند ($P < 0/05$). همچنین کلیه تیمارهای آزمایشی در شاخص‌های فوق وضعیت بهتری نسبت به شاهد داشتند. بیشترین ضریب چاقی در ماهیان تغذیه شده با ناتوزایم پلاس ۱/۵ g/kg رویت شد که اختلاف معنی‌داری را با کومبو ۱/۵ g/kg داشت ($P < 0/05$). بچه کپور ماهیان تغذیه شده با جیره ترکیبی ناتوزایم پلاس + کومبو افزایش بسیار جزیی را نسبت به بقیه تیمارهای غذایی در میزان پروتئین لاشه ثبت کردند. ماهیان تغذیه کرده از مولتی آنزیم‌ها چربی کمتری ($P > 0/05$) در لاشه نسبت به ماهیان شاهد داشتند. در پارامترهای خاکستر و رطوبت لاشه نیز اختلاف معنی‌داری رویت نشد ($P > 0/05$).
نتیجه گیری نهایی: طبق نتایج می‌توان بیان نمود که مولتی آنزیم ناتوزایم پلاس ۱ g/kg می‌تواند در بهبود عملکرد رشد و کارایی تغذیه بچه ماهیان کپور پرورشی تأثیر گذار باشد.

واژه‌های کلیدی: مولتی آنزیم، ناتوزایم پلاس، کومبو، رشد، کپور معمولی

کپی‌رایت ©: حق چاپ، نشر و استفاده علمی از این مقاله برای مجله تحقیقات دامپزشکی محفوظ است.

(* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۱۳-۴۴۲۴۵۲۰۵، شماره: ۰۱۳-۴۴۲۴۵۲۱۱، Email: r.taati@gmail.com

How to Cite This Article

Khorasaninejad, M., Taati, R., Abdollahpour Biria, H. (2019). A comparison of Separate and Combined Levels of Commercial Multienzymes on Feeding Efficiency and Carcass Chemical Composition of Common Carp (*Cyprinus carpio*). J Vet Res, 74(1), 35-43. doi: 10.22059/jvr.2019.225222.2574



مقدمه

بر شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه در ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) (۹)، قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (۱۲، ۲۴)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (۱)، گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) (۳۴)، فیل ماهی (*Huso huso*) (۱۳) و ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) (۳۵) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. هدف از انجام این تحقیق مقایسه اثرات سطوح مجزا و توأم مولتی آنزیم‌های کومبو و ناتوزایم پلاس بر کارایی تغذیه و ترکیب لاشه ماهی کپور معمولی می‌باشد.

مواد و روش کار

تهیه ماهی و نگهداری: اجرای این تحقیق در روستای درازلو شهرستان تالش در بهار و تابستان ۱۳۹۴ انجام گردید. پس از انجام زیست‌سنجی اولیه و تعیین زیتوده، تعداد ۹۶ عدد بچه ماهی کپور با میانگین وزنی $2/56 \pm$ g و $13/06$ به 12 عدد وان 70 لیتری با تراکم 8 عدد ماهی در هر وان (kg/m^3) توزیع شدند.

تیمارهای آزمایشی: پس از یک هفته سازگاری، تیمار بندی در قالب ۶ تیمار هر یک دارای ۲ تکرار شامل شاهد (بدون مکمل آنزیمی)، 1 kg کومبو، $1/5$ g/kg کومبو (شرکت American biosystems - ویرجینیا، آمریکا)، 1 g/kg ناتوزایم پلاس، $1/5$ g/kg ناتوزایم پلاس (شرکت Bioproton - بریزبن، استرالیا) و ترکیب 1 g/kg کومبو + 1 g/kg ناتوزایم پلاس در جیره طراحی شد (۲۱). میانگین وزنی تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بود ($P > 0/05$). جیره پایه اکستروود مخصوص کپور پایه با میکسر به صورت پودر درآمد. سپس مکمل‌های آنزیمی به صورت پودر بر اساس مقادیر ذکر شده فوق به جیره اضافه و به مدت 30 min با همزن برقی مخلوط گردیده تا یکنواخت شوند. پس از افزودن مقداری آب و تشکیل خمیر، خمیر توسط چرخ گوشت به صورت پلت درآمد. اندازه پلت‌ها $2/5$ mm بود. پلت‌ها در خشک کن در دمای $30^\circ C$ به مدت 24 h خشک شدند. در نهایت پلت‌ها بسته بندی و در دمای $14^\circ C$ - نگهداری شدند. تغذیه بچه ماهیان بر اساس ۵-۴ درصد وزن توده زنده (۴) در ۳ نوبت (۹ صبح، ۱۴ عصر و ۱۹ غروب) به مدت ۸ هفته انجام گرفت.

نمونه برداری: جهت ارزیابی میزان رشد و تعیین زیتوده هر وان زیست‌سنجی در اول، وسط و آخر دوره انجام گرفت. شاخص‌های رشد از قبیل درصد افزایش وزن بدن (BWI)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، میانگین رشد روزانه (ADG)، شاخص رشد ویژه (SGR)، ضریب چاقی (CF) و درصد زنده مانده (SR) طبق فرمول‌های ذیل (۲۲) اندازه گیری شدند:

$BWI = 100 \times \frac{g}{g}$ (میانگین وزن اولیه (g) / میانگین وزن نهایی (g))
میزان افزایش وزن بدن (g) / مقدار غذای خورده شده (g) = FCR

آنزیم‌ها به طور طبیعی وجود داشته و به وسیله همه موجودات زنده به عنوان کاتالیزورهای طبیعی تولید می‌شوند. آنزیم‌ها سبب تسریع واکنش‌های بیوشیمیایی در همه موجودات زنده از موجودات تک سلولی تا انسان می‌شوند. بدون حضور آنزیم‌ها غذا هضم نمی‌شود. بالغ بر ۳۰۰۰ نوع آنزیم متفاوت تاکنون کشف شده‌اند. آنزیم‌ها پروتئینی بوده و از زنجیره‌های اسید آمینه با پیوند پپتیدی تشکیل شده‌اند. آنزیم‌ها با اتصال به سوبسترا سبب تسریع یا تسهیل واکنش‌ها و با تشکیل محصول، سبب پایدار شدن واکنش می‌شوند (۱۴).

غذا و غذادهی از مهمترین فاکتورهای مؤثر بر رشد، ضریب تبدیل غذایی و ترکیب لاشه ماهیان در پرورش متراکم آبزیان می‌باشد (۲۹). به جهت محدود بودن منابع پروتئین حیوانی استفاده از پروتئین گیاهی در غذای ماهیان الزامی است. اما پروتئین‌های گیاهی در برابر آنزیم‌های گوارشی مقاومت نشان می‌دهند. در نتیجه متابولیسم پروتئین‌ها مختل شده و کارایی تغذیه کاهش می‌یابد (۱۸). لوله گوارش ماهیان و به خصوص زواید پیلوریک و روده محل ترشح آنزیم‌های گوارشی شامل پروتئازها، لیپازها و آمیلازها با فعالیت بالا می‌باشند (۳۳). مولتی آنزیم‌های تجاری به طور خاص، ترکیبی از چندین نوع آنزیم می‌باشند که بر روی انواع مختلفی از اجزاء تشکیل دهنده مواد غذایی مؤثر می‌باشند. از مهمترین دلایل استفاده از مولتی آنزیم‌های خارجی در جیره غذایی ماهیان پرورشی می‌توان به تجزیه مواد ضد مغذی موجود در خوراک، افزایش قابلیت دسترسی به نشاسته، پروتئین‌ها و مواد معدنی، شکستن پیوندهای شیمیایی در غذا که قابل تجزیه به وسیله آنزیم‌های خود جانور نیست و کمک به آنزیم‌های داخلی در لاروها و بچه ماهیان (بدلیل عدم بلوغ دستگاه گوارش، مقدار آنزیم‌های داخلی آن‌ها کافی نیست) اشاره نمود (۱۱، ۱۴).

ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) دارای ارزش شیلاتی بالایی بوده و متداول ترین ماهی پرورشی گرمابی در جهان می‌باشد. این گونه همه چیز خوار بوده و قادر به تغذیه از اقلام مختلف غذایی شامل کفزیان، حشرات و گیاهان آبی می‌باشد. خصوصیات نظیر پرورش در آب‌های با کیفیت نه چندان مطلوب، سرعت رشد بالا، هزینه‌های پایین تغذیه، امکان تولید مثل در شرایط اسارت و سازگاری با سایر گونه‌ها و شرایط اقلیمی متفاوت، آن را به گونه‌ای بسیار مطلوب جهت پرورش در دنیا تبدیل نموده است (۲۶). مولتی آنزیم‌های به کار رفته در تحقیق حاضر عبارتند از: Combo شامل آنزیم‌های سلولولاز، آمیلاز، پروتئاز قارچی، پروتئاز خنثی، پروتئاز قلیایی، زایلاناز، بتاگلوکاناز، همی سلولولاز و لیپاز و مولتی آنزیم Natuzyme Plus با آنزیم‌های گوناگون از قبیل سلولولاز، آلفا-آمیلاز، زایلاناز، بتاگلوکاناز، پکتیناز، فیتاز، پروتئاز اسیدی، پروتئاز قلیایی و لیپاز که در بازار موجود می‌باشند. البته مقادیر آنزیم‌های مشترک در هر دو مولتی آنزیم مذکور متفاوت است. تأثیر انواع مختلف مولتی آنزیم‌ها

جدول ۱. ترکیبات جیره پایه.

درصد	ترکیب شیمیایی جیره
۳۶	پروتئین خام
۲۸/۹	عصاره عاری از ازت
۹	چربی خام
۵	فیبر خام
۱۰	خاکستر
۱۰	رطوبت
۷/۱	فسفر

اختلاف معنی‌داری در بچه کپور ماهیان رویت نشد ($P > 0/05$) (جدول ۳).

بحث

افزودن آنزیم‌ها علاوه بر افزایش کارایی جذب مواد مغذی، سبب کاهش پراکنش در ارزش غذایی مواد خوراکی مختلف شده و صحت فرمولاسیون جیره را افزایش می‌دهد. آزمایش‌های متعددی نشان داده است که تهیه مواد خوراکی به این ترتیب سبب افزایش یکنواختی رشد جانوران شده و به بهبود مدیریت و افزایش سود واحد تولیدی کمک می‌کند (۸،۲۷). جیره مطالعه حاضر از اقلام مختلف غذایی نظیر پودر ماهی، آرد سویا، آرد گندم، گلو تن گندم، سبوس گندم، روغن ماهی و مکمل‌های معدنی و ویتامینی تشکیل شده است. کربوهیدرات‌ها منبع غذایی ارزانی برای ماهیان همه چیز خوار محسوب می‌شوند. دیواره سلولی گندم، جو، چاودار، سویا و تعداد زیادی از غلات، خصوصیات ضد تغذیه‌ای را دارا می‌باشند. یکی از عوامل ضد تغذیه‌ای، پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای است. اثرات ضد تغذیه‌ای پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول به خواص ویسکوزیته و حضور بتا-گلوکان‌های محلول در غلات بستگی دارد که از دلایل عمده پایین آوردن کارایی تغذیه در ماهیان است (۲۳). وجود عناصر ضد مغذی، خصوصاً بازدارنده‌های تریپسین، کموتریپسین، ساپونین و لکتین در سویا می‌توانند باعث بروز اثرات کاهنده بر میزان هضم غذا و همین‌طور بروز تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در دستگاه گوارش ماهیان شوند. باید توجه داشت که وجود عوامل ضد تغذیه‌ای در سویا علاوه بر تأثیر مستقیم بر کاهش هضم پذیری پروتئین باعث بروز التهابات دستگاه گوارش شده و به طور غیر مستقیم هضم پروتئین را دچار اختلال نموده و در نهایت منجر به کاهش رشد خواهند شد (۱۶،۲۸).

در تحقیق حاضر، وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و میانگین رشد روزانه در تیمار ۱ g/kg ناتوزایم پلاس نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی وضعیت بهتری را نشان دادند ($P < 0/05$). البته کلیه تیمارهای آزمایشی در شاخص‌های فوق وضعیت بهتری نسبت به شاهد داشتند که با توجه به وجود منابع گیاهی فراوان در جیره غذایی بچه ماهیان کپور می‌توان ادعان نمود که عملکرد مولتی آنزیم‌ها تا حدی مثبت و مفید واقع شده است. بهبود عملکرد رشد و کارایی

$$\text{طول (cm)} / 100 \times \text{وزن (g)} = \text{CF}$$

[دوره پرورش (d) × میانگین وزن اولیه (g) / میانگین وزن اولیه (g) - میانگین وزن

$$\text{نهایی (g)}] \times 100 = \text{ADG}$$

[دوره پرورش (d) / لگاریتم نپین میانگین وزن اولیه (g) - لگاریتم نپین میانگین وزن

$$\text{نهایی (g)}] \times 100 = \text{SGR}$$

$$\text{SR} = 100 \times \text{تعداد ماهیان در ابتدای دوره} / \text{تعداد ماهیان در پایان دوره}$$

در پایان آزمایش، جهت تعیین کیفیت لاشه ماهیان، تعداد ۲ عدد ماهی از هر تکرار (مجموعاً ۲۴ نمونه) انتخاب و پس از سر و دم زنی، کندن پوست و خارج نمودن امعاء و احشاء چرخ شده و به آزمایشگاه اداره کل دامپزشکی استان گیلان منتقل شدند. برای اندازه‌گیری میزان رطوبت از دستگاه آون Memmert (آلمان) با دمای 105°C به مدت ۶ h تا رسیدن به وزن ثابت استفاده گردید. کوره الکتریکی Gallenkamp (انگلیس) برای تعیین خاکستر با دمای 550°C به مدت ۶ h به کار برده شد. جهت سنجش میزان پروتئین از سیستم کج‌دلال Bushi (سوئیس) و برای ارزیابی میزان چربی از سیستم سوکسله Bushi (سوئیس) استفاده شد (۵). در طول دوره پرورش، میانگین دما، اکسیژن محلول و pH به ترتیب $14^\circ\text{C} \pm 1/25/63$ ، $7/08 \pm 0/17 \text{ mg/L}$ و $7/43 \pm 0/26$ بودند.

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری: طرح این آزمایش به طور کامل آمی‌شود تصادفی اجرا گردید. در ابتدای آزمایش داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی گروه‌ها با کمک آزمون Levene بررسی شدند. با توجه به همگنی داده‌ها، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای مقایسه میانگین بین تیمارهای تغذیه‌ای و از آزمون LSD برای جداسازی گروه‌های همگن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ استفاده به عمل آمد. نتایج به صورت میانگین \pm انحراف معیار (SD) ثبت گردید.

نتایج

جدول ۲ نتایج پارامترهای رشد را در بچه کپور ماهیان پرورشی نشان می‌دهد. در تحقیق حاضر، هیچ رفتار غیر عادی و علائمی از بیماری در طول ۸ هفته آزمایش در ماهیان کپور دیده نشد. نرخ زنده مانی در بین تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌دار آماری را نشان نداد ($P > 0/05$). اختلاف معنی‌داری در پارامترهای وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و میانگین رشد روزانه در تیمار ۱ g/kg ناتوزایم پلاس نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید ($P < 0/05$).

بچه کپور ماهیان تغذیه شده با جیره ترکیبی ناتوزایم پلاس + کومبو افزایش بسیار جزیی را نسبت به بقیه تیمارهای آزمایشی در میزان پروتئین لاشه از خود نشان دادند. اگرچه مقادیر کمی پروتئین‌های لاشه در همه تیمارها تقریباً یک اندازه بود. در پارامترهای چربی، خاکستر و رطوبت لاشه



جدول ۲. مقایسه پارامترهای رشد بچه کپور ماهیان در تیمارهای آنزیمی مختلف. اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیر مشابه هستند، اختلاف معنی‌دار آماری دارند ($P < 0.05$).

پارامترهای رشد / تیمارها	شاهد (فاقد آنزیم)	ناتوزایم ۱ g/kg	ناتوزایم ۷۵ g/kg	کومبو ۱ g/kg	کومبو ۷۵ g/kg	ناتوزایم+کومبو ۱+۱ g/kg
وزن اولیه (g)	۱۴/۳۴ ± ۴/۱۷	۱۷/۳۰ ± ۴/۷۸	۱۳/۵۰ ± ۴/۷۳	۱۳/۷۲ ± ۷/۹۰	۱۲/۹۰ ± ۵/۷۱	۱۲/۵۸ ± ۵
وزن نهایی (g)	۲۰/۸۴ ± ۷/۵۰ ^{ab}	۲۴ ± ۳/۶۴ ^a	۲۰/۹۴ ± ۸/۸۰ ^{ab}	۲۲/۴۸ ± ۰/۵ ^{ab}	۲۰/۶۶ ± ۷/۳۳ ^b	۲۷/۷۷ ± ۷/۶۸ ^{ab}
طول کل نهایی (Cm)	۱۰/۸۱ ± ۰/۲۰	۱۷/۲۰ ± ۰/۶۹	۱۰/۶۸ ± ۰	۱۰/۹۹ ± ۰/۲۰	۱۰/۹۱ ± ۰/۲۰	۱۰/۸۹ ± ۰/۲۴
افزایش وزن بدن (درصد)	۴۸/۸۵ ± ۳/۰۶ ^a	۸۹/۰۷ ± ۱۰/۴۹ ^c	۵۵/۶۷ ± ۷ ^a	۷۴/۰۸ ± ۶/۹۲ ^b	۶۰/۲۷ ± ۱۲/۶۰ ^{ab}	۷۲/۷۶ ± ۳/۲۲ ^b
شاخص رشد ویژه (day/درصد)	۰/۶۶ ± ۰/۰۳ ^a	۷/۰۶ ± ۰/۰۹ ^c	۰/۷۳ ± ۰/۰۷ ^a	۰/۹۲ ± ۰/۰۶ ^{bc}	۰/۷۸ ± ۰/۱۳ ^{ab}	۰/۹۱ ± ۰/۰۳ ^b
ضریب تبدیل غذایی	۶/۲۵ ± ۱/۰ ^b	۳/۱۲ ± ۰/۰۸ ^a	۴/۴۱ ± ۰/۵۴ ^a	۳/۸۴ ± ۰/۲۶ ^a	۴/۱۸ ± ۰/۸۶ ^a	۴/۰۷ ± ۰/۸۹ ^a
رشد روزانه (g/day)	۰/۸۶ ± ۰/۰۵ ^a	۷/۵۳ ± ۰/۱۸ ^c	۰/۹۶ ± ۰/۱۲ ^a	۷/۲۸ ± ۰/۱۴ ^b	۷/۰۴ ± ۰/۲۲ ^{ab}	۷/۲۵ ± ۰/۰۵ ^b
ضریب چاقی (درصد)	۷/۶۳ ± ۰/۰۲ ^{ab}	۷/۶۹ ± ۰/۰۹ ^b	۷/۷۲ ± ۰/۰۷ ^b	۷/۶۹ ± ۰/۰۵ ^b	۷/۵۸ ± ۰/۰۱ ^a	۷/۶۸ ± ۰/۰۲ ^{ab}
زنده مانی (درصد)	۹۳/۷۵ ± ۶/۲۵	۹۳/۷۵ ± ۶/۲۵	۱۰۰	۹۳/۷۵ ± ۶/۲۵	۱۰۰	۹۳/۷۵ ± ۶/۲۵

جدول ۳. مقایسه پارامترهای ترکیب شیمیایی لاشه بچه کپور ماهیان در تیمارهای آنزیمی مختلف. اعداد هر ردیف فاقد اختلاف معنی‌دار آماری هستند ($P > 0.05$).

ترکیب شیمیایی لاشه / تیمارها	شاهد (فاقد آنزیم)	ناتوزایم ۱ g/kg	ناتوزایم ۷۵ g/kg	کومبو ۱ g/kg	کومبو ۷۵ g/kg	ناتوزایم+کومبو ۱+۱ g/kg
پروتئین	۱۶/۱۶ ± ۰/۵۰	۱۵/۹۵ ± ۰/۵۴	۱۵/۷۷ ± ۰/۵۸	۱۵/۵۶ ± ۰/۷۰۴	۱۵/۶۹ ± ۰/۷۹	۱۶/۳۸ ± ۰/۴۱
چربی	۳/۶۴ ± ۰/۶۱	۳/۰۸ ± ۰/۵۰	۳/۱۲ ± ۰/۸۷	۳/۱۵ ± ۰/۳۲	۳/۵۱ ± ۰/۴۱	۳/۳۲ ± ۰/۳۴
خکستر	۷/۹۱ ± ۰/۲۴	۷/۹۸ ± ۰/۳۵	۷/۸۵ ± ۰/۰۶	۷/۸۴ ± ۰/۲۲	۷/۸۷ ± ۰/۳۱	۷/۹۴ ± ۰/۱۲
رطوبت	۷۷/۵۸ ± ۰/۸۲	۷۸ ± ۰/۷۴	۷۸/۴۸ ± ۰/۶۳	۷۸/۴۱ ± ۰/۸۸	۷۷/۶۶ ± ۰/۱۳	۷۷/۳۱ ± ۰/۶۸

همکاران در سال ۲۰۰۷ افزایش رشد، کارایی تغذیه و افزایش قابلیت هضم جیره را در هیبرید تیلایا (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) تغذیه شده با مکمل آنزیمی (پروتاز، بتاگلوکاناز و زایلاناز) در سطوح ۱ g/kg و ۱/۵ بدست آوردند. آن‌ها علت تأثیر مثبت مولتی آنزیم را فعال شدن آنزیم‌های داخلی دستگاه گوارش ماهی عنوان کرده و اضافه نمودند که با افزایش سطح مکمل شاخص‌های رشد بهبود بیشتری پیدا کردند (۲۱). گربه ماهیان آفریقایی (*Clarias gariepinus*) تغذیه شده با سطوح ۱ g/kg و ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ مکمل آنزیمی فارمازایم (زایلاناز، بتا آمیلاز، بتاگلوکاناز، پکتیناز و سلولاز) در پارامترهای افزایش وزن، سرعت رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و میزان زنده مانی با ماهیان شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند و بهترین وضعیت پارامترهای فوق در سطح ۰/۷۵ g/kg ثبت گردید (۳۴). در مطالعه‌ای دیگر، در فیل ماهیان (*Huso huso*) تغذیه شده با سطوح ۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ مکمل آنزیمی کمین (پروتاز، آلفا-آمیلاز، فیتاز، سلولاز، زایلاناز، همی سلولاز، پنتوزاناز و لیپاز)، Ghomi و همکاران در سال ۲۰۱۲ ثابت کردند که ماهیان تغذیه شده با سطح ۲۵۰ mg/kg افزایشی را در وزن نهایی، سرعت رشد ویژه و کاهش ضریب تبدیل غذایی نشان دادند (۱۳). Zamini و همکاران در سال ۲۰۱۴ با بررسی تأثیر سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵ مکمل‌های آنزیمی ناتوزایم پلاس و همی سل (بتاماناز، آمیلاز، زایلاناز، سلولاز و آلفا گالاکتوسیداز) و ترکیب ۰/۵+۰/۵ این دو مکمل در ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) اذعان نمودند که میزان رشد در تیمار ترکیبی دو آنزیم بالاتر

تغذیه جیره‌های غذایی با مکمل‌های آنزیمی می‌تواند به دلیل کاهش اثرات منفی مواد ضد مغذی جیره باشد (۱۵). همسو با پژوهش حاضر، اثر سطوح ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ مولتی آنزیم کمین (فیتاز، لیپاز، زایلاناز، پروتاز، بتاگلوکاناز، آلفا آمیلاز، پنتوسوناز، همی سلولاز، سلولاز و پکتیناز) در جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نشان داد که شاخص‌های افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی سطوح آنزیمی ۷۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند (۱).

Carter و همکاران در سال ۱۹۹۴ مکمل آنزیمی (تریپسین، لیپاز، پروتاز، قلیایی، پروتاز اسیدی، آمیلوگلوکسیداز، آمیلاز و سلولاز) را در جیره حاوی آرد سویا ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) در سطح ۱ mg/kg به کار بردند. نتایج حاکی از افزایش قابلیت جذب غذا، افزایش وزن نهایی، نرخ رشد و کارایی تغذیه بود (۹). در ماهی کپور هندی روهور (*Labeo rohita*) کاربرد سطوح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ آلفا آمیلاز در جیره نشاسته ذرت ژلاتینه و غیر ژلاتینه نشان داد که سطح ۵۰ mg/kg باعث بهبود رشد، ارتقا قابلیت هضم مواد خشک، افزایش گلیکوژن کبد، افزایش آمیلاز و پروتاز روده‌ای در جیره نشاسته ذرت غیر ژلاتینه شد. محققین در توجیه عدم تأثیر در جیره ذرت ژلاتینه اظهار داشتند که ژلاتینه شدن نشاسته سبب جذب سریع گلوکز شده و استرس متابولیک در ماهی ایجاد می‌کند. اما در جیره‌های نشاسته ذرت غیر ژلاتینه، گلوکز به آرامی و همزمان با مصرف نشاسته آزاد می‌شود (۱۹، ۲۰). از طرف دیگر، Lin و

SuperzymeCS (آمیلاز، سلولاز، زایلاناز و بتاگلوکاناز) را اعلام نمودند. طبق اظهار نظر این محققین، وقتی ماهیان در شرایط پرورشی با جیره‌های غذایی خاص و فرموله تغذیه می‌شوند اثرات مولتی آنزیم‌ها به دلیل افزایش جذب غذا به خاطر تغذیه تا حد سیری مخفی می‌ماند (۲۵).

بچه کپور ماهیان تغذیه شده با جیره ترکیبی ناتوزایم پلاس + کومبو افزایش بسیار جزئی را نسبت به بقیه تیمارهای آزمایشی در میزان پروتئین لاشه از خود نشان دادند. این خود تا حدودی نشانه کارایی تغذیه و افزایش بازده پروتئین است. اگرچه مقادیر کمی پروتئین‌های لاشه در همه تیمارها تقریباً می‌شود یک اندازه بود. لیکن اثرات مولتی آنزیم‌ها بر میزان پروتئین لاشه نیاز به آزمایش‌های طولانی مدت دارد. در پارامترهای چربی، خاکستر و رطوبت لاشه اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها رویت نشد. همسو با تحقیق حاضر، Ai و همکاران در سال ۲۰۰۷ اعلام نمودند که مولتی آنزیم تجاری (فیتاز، گلوکوناز، پنتوساناز، سلولاز و زایلاناز) در میزان ترکیبات شیمیایی لاشه باس دریایی ژاپنی (*Lateolabrax japonicus*) تغییر معنی‌داری ایجاد نکرد. به عقیده آن‌ها کارایی پروتئین‌ها زمانی بالا می‌رود که پدیده جایگزین شدن پروتئین با منابع غیر پروتئینی نظیر کربوهیدرات‌ها از طریق هیدرولیز کمپلکس پروتئین - کربوهیدرات توسط مولتی آنزیم‌ها صورت گیرد (۳). بر خلاف نتایج پژوهش حاضر، طبق گزارش Yildirim و Turan در سال ۲۰۱۰ از بین سطوح ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ مولتی آنزیمی فارمازایم استفاده شده در گربه ماهی آفریقایی بالاترین میزان پروتئین لاشه در سطح ۰/۷۵ g/kg ثبت شد. میزان چربی لاشه زیاد شد لیکن معنی‌دار نبود (۳۴). در تحقیقی دیگر، میزان پروتئین و رطوبت لاشه فیل ماهی با افزایش سطوح آنزیم کمین از ۲۵۰ mg/kg تا ۱۰۰۰ کاهش جزئی را نشان دادند (۱۳).

استفاده از انواع مولتی آنزیم‌ها به منظور بهبود عملکرد رشد ماهیان نیاز به مطالعات بیشتری دارد تا بتوان نتایج متناقض محققان گوناگون را تجزیه و تحلیل نمود. اختلافات موجود در نتایج بررسی‌ها را می‌توان به نوع آبی پرورشی، سن، طول دوره پرورش، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی، فیزیولوژی آبی، فرمولاسیون جیره‌های غذایی، منابع و میزان پروتئین گیاهی موجود در جیره، نوع مولتی آنزیم مصرفی و میزان سطح مورد استفاده ربط داد. سطوح بیش از اندازه آنزیم‌ها سبب افزایش آزادسازی مونوساکاریدها شده که باعث افزایش قند خون می‌شوند (۳۱). همچنین استفاده بیش از حد از آنزیم‌های تجزیه کننده کربوهیدرات سبب رهاسازی گالاکتوز و زایلوز از پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای شده که بسیاری از ماهیان قابلیت هضم این مقدار از مونوساکاریدهای اضافی را نداشته و در نتیجه رشد و سلامت آن‌ها در خطر می‌افتد (۱۷، ۱۰). اما از طرف دیگر، سطوح پایین مولتی آنزیم‌ها سبب افزایش چسبندگی دستگاه گوارش شده که از طریق افزایش پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول باعث کاهش قابلیت هضم و جذب خواهند شد.

از سایر تیمارها بوده و بهترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به همین تیمار می‌باشد (۳۵).

ضریب تبدیل غذایی به عنوان شاخصی جهت ارزیابی توانایی ماهی در تبدیل مواد غذایی خورده شده به بافت بدن مورد مطالعه قرار می‌گیرد. فاکتورهایی از قبیل تعداد دفعات تغذیه‌ای (۲)، کیفیت جیره غذایی، پارامترهای محیطی نظیر دما و اکسیژن محلول و سلامت ماهی بر میزان ضریب تبدیل غذایی در جیره حاوی ۱ g/kg ناتوزایم پلاس مشاهده شد که نشان دهنده قابلیت هضم بهتر جیره و کاهش اثرات سوء مواد ضد مغذی ترکیبات گیاهی جیره نظیر آرد سویا بوده است. غذاهای آبزیانی که بر پایه پروتئین‌های گیاهی هستند، غنی از فسفر هستند. اما ۷۰ درصد فسفر در گیاهان به صورت فیتات است که برای ماهیان قابل جذب نیست (۳۰). فیتاز یک آنزیم ویژه برای هیدرولیز فیتات است. این آنزیم در دستگاه گوارش بسیاری از حیوانات وجود دارد، اما میزان آن پایین است و یا در برخی از ماهیان فاقد معده وجود نداشته و در نتیجه قابلیت هضم فیتات کم می‌شود، در نتیجه دسترسی به مواد معدنی، پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه‌ها در جیره‌های غذایی بر پایه پروتئین‌های گیاهی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۳۲). در تحقیق حاضر، در مولتی آنزیم ناتوزایم پلاس آنزیم فیتاز وجود داشت. مطلوب بودن شاخص‌های رشد در تیمار ناتوزایم پلاس ۱ g/kg گویای کارایی بهتر تغذیه، قابلیت هضم بهتر جیره و کاهش اثرات سوء فیتات می‌باشد. افزودن فیتاز به جیره سبب بهبود قابلیت هضم فیتات و افزایش مقدار مواد معدنی در ماهیان می‌شود (۷). در مطابقت با تحقیق حاضر، Ghobadi و همکاران در سال ۲۰۰۹ با جایگزینی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد پروتئین سویا با سطوح ۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ mg/kg مکمل آنزیمی آویزایم در قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) اعلام نمودند که مولتی آنزیم آویزایم کارایی مثبتی در برطرف نمودن اثرات منفی آرد سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلی رنگین کمان دارد و به تبع آن موجب بهبود شاخص‌های رشد و بقا می‌گردد. همچنین ثابت گردید که می‌توان با اضافه نمودن ۱۰۰۰ mg آویزایم به جیره غذایی ماهی قزل آلی رنگین کمان، میزان آرد سویا موجود در جیره را تا ۳۹ درصد افزایش داد، بدون اینکه روی شاخص‌های رشد و بقای ماهی تأثیری منفی داشته باشد (۱۲).

در تضاد با مطالعه حاضر، Mortazavi Tabrizi و همکاران در سال ۲۰۱۲ با کاربرد سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ مولتی آنزیم کمین به همراه آنزیم فیتاز در جیره ماهی قزل آلی رنگین کمان، نتایج ملموسی را از شاخص‌های رشد بدست نیاوردند. این محققین اظهار داشتند که نوع و سطح مولتی آنزیم مورد استفاده در این تحقیق مناسب نبوده است (۳۴). Ogunkoya و همکاران در سال ۲۰۰۶ عدم رشد و اثر جزئی در قابلیت هضم ماهی قزل آلی رنگین کمان تغذیه شده با مکمل آنزیمی



References

1. Adelian, M., Imanpoor, M.R., Taghizadeh, V., Mazandarani, M. (2016). Utilizing Kemin multi-enzymes in the diet and their effects on growth and some blood factors of common carp (*Cyprinus carpio*). *J Anim Environ*, 8(1), 201-206.
2. Aderolu, A.Z., Seriki, B.M., Apatira, A.L., Ajae-gbo, C.U. (2010). Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and economic viability of rearing African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerlings and juveniles. *Afr J Food Sci*, 4(5), 286-290.
3. Ai, Q., Mai, K., Zhang, W., Xu, W., Tan, B., Zhang, C., Li, H. (2007). Effects of exogenous enzymes (phytase, nonstarch polysaccharide enzyme) in diets on growth, feed utilization, nitrogen and phosphorus excretion of Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*. *Comp Biochem Physiol*, 147, 502-508. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2007.01.026>
4. Akrami, R., Zarei, E., Ghelichi, A. (2012). Effect of dietary supplementation of prebiotics inulin on growth, survival, lactic acid bacteria loading and body composition of carp (*Cyprinus carpio*) juvenile. *J Fish*, 5(4), 87-94.
5. AOAC, (Association of Official Analytical Chemists). (1995). Official methods of analysis of AOAC International. (16th ed.). AOAC International, Arlington, Virginia, USA. 1298P.
6. Barrows, F.T., Stone, D.A.J., Hardy, R.W. (2007). The effects of extrusion conditions on the nutritional value of soybean meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 265, 244-252. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.01.017>
7. Baruah, K., Sahu, N.P., Pal, A.k., Debnath, D. (2004). Dietary phytase: an ideal approach for a cost effective and low-polluting aqua feed. *NAGA, World Fish Cent Q*, 27, 15-19.
8. Bedford, M.R., Partridge, G.G. (2010). Enzymes in Farm Animal Nutrition. (2nd ed). Printed and bound in the UK by MPG Books Group, Bodmin, UK.
9. Carter, C.G., Houlihan, D.F., Buchanan, B., Mitchell, A.I. (1994). Growth and feed utiliza-

با توجه به بالا بودن وزن نهایی و شاخص‌های رشد در اکثر تیمارهای آزمایشی و به خصوص سطح ۱ g/kg مولتی آنزیم ناتوزایم پلاس، داشتن قیمت بسیار پایین مکمل‌های آنزیمی و مقرون به صرفه بودن آن‌ها در تولید بالای مزارع پرورشی و با در نظر گرفتن این نکته که از منابع گیاهی نظیر غلات در جیره ماهیان کپور به وفور استفاده می‌شود، جهت حذف یا کاهش اثرات مضر مواد ضد مغذی منابع گیاهی جیره افزودن مولتی آنزیم‌ها به جیره غذایی ماهی کپور معمولی توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

از آقای مهندس انوشیروان جعفرزاده کارشناس ارشد محترم آزمایشگاه اداره کل دامپزشکی استان گیلان صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماییم.

تعارض در منافع

بین نویسندگان هیچ گونه تعارض در منافع گزارش نشده است.

- tion efficiencies of seawater Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed a diet containing supplementary enzymes. *Aquac Fish Manag*, 25, 37-46.
10. Castanon, J.I.R., Flores, M.P., Pettersson, D. (1997). Mode of degradation of non-starch polysaccharides by feed enzyme preparations. *Anim Feed Sci Tech*, 68, 361-365. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)00046-1](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00046-1)
 11. Castillo, S., Gatlin III, D. M. (2015). Dietary supplementation of exogenous carbohydrase enzymes in fish nutrition: A review. *Aquaculture*, 435, 286-292. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.10.011>
 12. Ghobadi, S.H., Matinfar, A., Nezami, S.A., Soltani, M. (2009). Influence of supplementary enzymes Avizyme on fish meal replacement by soy bean meal and its effects on growth performance and survival rate of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J Fish*, 3(2), 11-22.
 13. Ghomi, M.R., Shahriari, R., Faghani Langroudi, H., Nikoo, M., Elert, E.V. (2012) Effects of exogenous dietary enzyme on growth, body composition, and fatty acid profiles of cultured great sturgeon *Huso huso* fingerlings. *Aquacult Int*, 20, 249-254. <https://doi.org/10.1007/s10499-011-9453-9>
 14. Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P., Metailler,

- R. (2001) Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans. (1st ed.). Springer-Verlag, London, UK.
15. Hamza, N., Mhetli, M., Kestemont, P. (2007). Effects of weaning age and diets on ontogeny of digestive activities and structures of pike-perch (*Sander lucioperca*) larvae. *Fish Physiol Biochem*, 33, 121-133. <https://doi.org/10.1007/s10695-006-9123-4>
 16. Heikkinen, J., Vielma, J., Kemiläinen, O., Tiirola, M., Eskelinen, P., Kiuru, T., Navia-Paldanius, D., Wright, A. (2006). Effects of soybean meal based diet on growth performance, gut histopathology and intestinal microbiota of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 261, 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.07.012>
 17. Irish, G.G., Balnave, D. (1993). Non-starch polysaccharides and broiler performance on diets containing soybean meal as the sole protein concentrate. *Aust J Agric Res*, 44, 1483-1499. <https://doi.org/10.1071/AR9931483>
 18. Krogdahl, A., Lea, T.B., Olli, J.L. (1994). Soybean proteinase inhibitors affect intestinal trypsin activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comp Biochem Physiol*, 107A, 215-219. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(94\)90296-8](https://doi.org/10.1016/0300-9629(94)90296-8)
 19. Kumar, S., Sahu, N., Pal, A., Choudhury, D., Mukherjee, S. (2006a). Non-gelatinized corn supplemented with α -amylase at sub-optimum protein level enhances the growth of *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. *Aquac Res*, 37, 284-292.
 20. Kumar, S., Sahu, N., Pal, A., Choudhury, D., Mukherjee, S. (2006b). Studies on digestibility and digestive enzyme activities in *Labeo rohita* (Hamilton) juveniles: effect of microbial α -amylase supplementation in non-gelatinized or gelatinized corn-based diet at two protein levels. *Fish Physiol Biochem*, 32, 209-220. <https://doi.org/10.1007/s10695-006-9002-z>
 21. Lin, S., Mai, K., Tan, B. (2007). Effects of exogenous enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus* \times *O. aureus*. *Aquac Res*, 38, 1645-1653.
 22. Luo, G., Xu, J., Teng, Y., Ding, C., Yan, B. (2010). Effects of dietary lipid levels on the growth, digestive enzyme, feed utilization and fatty acid composition of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) reared in freshwater. *Aquac Res*, 41, 210-219.
 23. Mathlouthi, N., Mallet, S., Saulnier, L., Quemener, B., Larbier, M. (2002). Effects of xylanase and b-glucanase addition on performance, nutrient digestibility and physico-chemical conditions in the small intestine contents and caecal microflora of broiler chickens fed a wheat and barley-based diet. *Anim Res*, 5, 395-406. <https://doi.org/10.1051/animres:2002034>
 24. Mortazavi Tabrizi, S.J., Nejati, M., Notash, S.H., Mirzaei, H. (2012). Study of effect several levels of multi-enzyme on performance parameters and survival rate in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J Vet Clin Pathol*, 5(1), 1103-1110.
 25. Ogunkoya, A.E., Page, G.I., Adewolu, M.A., Bureau, D.P. (2006). Dietary incorporation of soybean meal and exogenous enzyme cocktail can affect physical characteristics of faecal material egested by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 254, 466-475. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.10.032>
 26. Rahman, M.M. (2015). Role of Common Carp (*Cyprinus carpio*) in aquaculture production systems. *Front Life Sci*, 8(4), 399-410. <https://doi.org/10.1080/21553769.2015.1045629>
 27. Rathore, R.M., Kumar, S., Chakrabarti, R. (2005). Digestive enzyme patterns and evaluation of protease classes in *Catla catla* (Family: Cyprinidae) during early developmental stages. *Comp Biochem Physiol*, 259 (142 B), 98-106. PMID: 16048739
 28. Rumsey, G.L., Siwicki, A.K., Anderson, D.P., Bowser, P.R. (1994). Effect of soybean protein on serological response, non-specific defense mechanisms, growth and protein utilization in rainbow trout. *Vet Immunol Immunopathol*, 41, 323-339. PMID: 7941311
 29. Saleke Yusefy, M. (2000). *Aquaculture Nutrition* (Coldwater Fishes, Warmwater Fishes and



- Shrimp). (1st ed.). Aslani Press. Tehran, Iran.
30. Sardar, P., Randhawa, H.S., Abid, M., Prabhakar, S.K. (2007). Effect of dietary microbial phytase supplementation on growth performance, nutrient utilization, body compositions and haemato-biochemical profiles of *Cyprinus carpio* (L.) fingerlings fed soyprotein-based diet. *Aquac Nutr*, 13, 444-456.
31. Stone, D.A.J., Allan, G.I., Anderson, A.J. (2003). Carbohydrate utilization by juvenile silver perch, *Bidyanus bidyanus* (Mitchell). IV. Can dietary enzymes increase digestible energy from wheat starch, wheat and dehulled lupin? *Aquac Res*, 34, 135-147.
32. Vielma, J., Ruohonen, K., Gabaudan, J., Vogel, K. (2004). Top spraying soybean mealbased diets with phytase improves protein and mineral digestibilities but not lysine utilization in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquac Res*, 35, 955-964.
33. Xiong, D.M., Xie, C.X., Zhang, H.J., Liu, H.P. (2011). Digestive enzymes along digestive tract of a carnivorous fish *Glyptosternum maculatum* (Sisoridae, Siluriformes). *J Anim Physiol Anim Nutr*, 95(1), 56-64. PMID: 20487102
34. Yildirim, Y.B., Turan, F. (2010). Effects of exogenous multienzyme supplementation in diets on growth and feed utilization of African catfish, *Clarias gariepinus*. *J Anim Veterin Adv*, 9, 327-331. <https://doi.org/10.3923/javaa.2010.327.331>
35. Zamini, A.A., Gholipour Kanani, H., Esmaili, A.A., Ramezani, S., 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*). *Comp Clin Pathol*, 23, 187-192. <https://doi.org/10.1007/s00580-012-1593-4>

A comparison of Separate and Combined Levels of Commercial Multienzymes on Feeding Efficiency and Carcass Chemical Composition of Common Carp (*Cyprinus carpio*)

Mana Khorasaninejad, Reza Taati, Hamid Abdollahpour Biria

Department of Fisheries, Talesh Branch, Islamic Azad University, Talesh, Iran

(Received 20 May 2018, Accepted 27 August 2018)

Abstract:

BACKGROUND: Enzymes are organic catalysts that trigger and/or accelerate chemical reactions.

OBJECTIVES: This research was done to compare the separate and combined levels of commercial multienzymes on feeding efficiency and carcass chemical composition of common carp (*Cyprinus carpio*).

METHODS: Total number of 96 common carp fingerlings weighing 13.06 ± 2.56 g were distributed in six treatments including control (without multienzyme), 1 g/kg Combo, 1.5 g/kg Combo, 1 g/kg Natuzyme Plus, 1.5 g/kg Natuzyme Plus and mixture of 1g/kg Combo+1 g/kg Natuzyme Plus in two replicates for 8 weeks.

RESULTS: Growth indices such as the final weight, percentage of body weight increase, specific growth rate, food conversion ratio and average daily growth in treatment 1g/kg Natuzyme Plus showed significant differences compared to other experimental treatments ($P < 0.05$). Also, all experimental treatments had better condition in comparison with the control. The highest condition factor was seen in fish fed 1.5 g/kg Natuzyme Plus which showed significant difference with 1.5 g/kg Combo ($P < 0.05$). Common carp fingerlings fed mixture of Combo+Natuzyme Plus recorded a slight increase in protein content of carcass compared to other dietary treatments. Fish fed multienzymes had less ($P > 0.05$) lipid content of carcass in comparison with the control. There was no significant difference in ash and moisture contents of carcass ($P > 0.05$).

CONCLUSIONS: According to results, it can be stated that Natuzyme Plus at the level of 1.5 g/kg can be effective in improvement of growth performance and feed efficiency in farmed common carp fingerlings.

Keywords:

Multienzyme, Natuzyme Plus, Combo, Growth, Common carp

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Ingredients of Basal Diet.

Table 2. Comparison of growth parameters of carp fingerlings in different enzymatic treatments. Values in the same row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

Table 3. Comparison of carcass chemical composition parameters of carp fingerlings in different enzymatic treatments. Values in the same row indicate no significant difference ($P > 0.05$).

