



University of Guilan

University of Guilan with collaboration of Iranian  
Aquaculture Society

**Aquatic Animals Nutrition**

Vol. 6, No. 3, 2020, pages: 13-24



## **Effects of dietary Kemin multi-enzyme on growth, body composition and some blood biochemical factors of *Carassius auratus***

**Ali Khosravanizadeh<sup>1\*</sup>, Abdolali Rahdari<sup>1</sup>, Seyed Hossein Moradyan<sup>2</sup>**

1- Department of Fisheries, Hamoun International Wetland Research Institute,  
University of Zabol, Zabol, Sistan and Baluchistan, Iran

2- Iranian Fisheries Research Organization, Shahid Motahary Coldwater Fishes Genetic and  
Breeding Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization  
(AREEO), Yasouj, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad, Iran

Received 30 April 2020

Accepted 31 August 2020

### **KEYWORDS**

Kemin multi-enzyme  
Goldfish  
Growth  
Blood biochemical  
factors

### **ABSTRACT**

Exogenous multi-enzyme supplementations can eliminate the effects of antinutritional factors and improve the growth performance of aquatic animals. The purpose of this study was to investigate utilizing Kemin multi-enzyme supplementation in the diet and its effects on growth factors, body composition, and some blood biochemical parameters in *Carassius auratus*. The experiment was conducted in a completely randomized design with 5 treatments and 3 replications. The Kemin at the levels of 0 (C), 250 (T<sub>250</sub>), 500 (T<sub>500</sub>), 750 (T<sub>750</sub>) and 1000 mg/kg (T<sub>1000</sub>), was added to the diet and fed to the fish for 8 weeks and weight growth percent (WGP), specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR), condition factor (CF), protein efficiency ratio (PER) were measured. Body composition and blood biochemical factors (glucose, total protein, albumin, cholesterol, and triglyceride) were measured and evaluated. CF in various treatments were not significantly different from each other ( $p>0.05$ ). However, in case of WGP, SGR, FCR and PER, T<sub>500</sub>, T<sub>750</sub>, and T<sub>1000</sub> were significantly different from the control group ( $p<0.05$ ). Body composition and blood biochemical parameters were not significantly different between treatments ( $p>0.05$ ). Based on the results of this study, it seems that dietary Kemin multi-enzyme supplementation can improve the growth and FCR in *Carassius auratus*.

\*Corresponding author: [Khosravani.ali@uoz.ac.ir](mailto:Khosravani.ali@uoz.ac.ir)



"مقاله پژوهشی"

## اثرات مکمل چند آنزیمی کمین در جیره غذایی بر رشد، ترکیب بدن و برخی فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهی قرمز (*Carassius auratus*)

علی خسروانی زاده<sup>۱\*</sup>، عبدالعلی راهداری<sup>۱</sup>، سید حسین مرادیان<sup>۲</sup>

۱- گروه شیلات، پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون، دانشگاه زابل، زابل، سیستان و بلوچستان

۲- مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کهگیلویه و بویراحمد

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۱۱

کلمات کلیدی	چکیده
مولتی آنزیم کمین	مکمل‌های مولتی آنزیم می‌توانند اثرات عوامل ضد مغذی را مهار و موجب بهبود رشد آبریان شوند. هدف از انجام این مطالعه، استفاده از مکمل چندآنزیمی کمین در خوراک ماهی قرمز ( <i>Carassius auratus</i> ) و ارزیابی اثرات آن بر فراسنجه‌های رشد، ترکیب بدن و برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی خون است. این تحقیق به صورت یک طرح کاملاً تصادفی در پنج تیمار و سه تکرار انجام شد. مکمل کمین در ۵ سطح صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره غذایی ماهیان اضافه شد. ماهیان به مدت ۸ هفته با جیره‌های مختلف تغذیه شدند و شاخص‌های رشد شامل وزن نهایی (FW)، درصد افزایش وزن (WGP)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، شاخص وضعیت (CF) و کارایی پروتئین (PER) بررسی شدند. در پایان دوره، ترکیب بدن و برخی فاکتورهای بیوشیمیایی خون شامل گلوکز، پروتئین کل، آلبومین، تری‌گلیسرید و کلسترول سنجش و بررسی شدند. نتایج به دست آمده نشان داد تیمارهای مختلف در CF تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ( $p > 0.05$ ). با وجود این، WGP، SGR، FCR و PER در سطوح آنزیمی ۵۰۰ و ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با گروه شاهد تفاوت معنی‌دار داشت ( $p < 0.05$ ). ترکیب بدن و فاکتورهای بیوشیمیایی خون، در سطوح مختلف آنزیمی با گروه شاهد تفاوت معنی‌دار نداشتند ( $p > 0.05$ ). با توجه به نتایج کسب شده در این پژوهش به نظر می‌رسد استفاده از مکمل چندآنزیمی کمین در جیره غذایی می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذایی در ماهی قرمز شود.

## مقدمه

در قرن اخیر کاهش صید از دریاها و افزایش جمعیت جهان، پرورش متراکم آبزیان را امری اجتناب ناپذیر کرده است. تغذیه از جمله عوامل تأثیرگذار بر میزان رشد و تولید ماهیان در تأسیسات مختلف پرورش متراکم ماهیان خوراکی و زینتی است. با توجه به محدودیت جدی که در سال‌های اخیر در میزان منابع پروتئین حیوانی به خصوص آرد ماهی در جهان رخ داده است، فعالان صنعت آبزی‌پروری برای ادامه فعالیت خود ناچار به استفاده از پروتئین‌های گیاهی در جیره غذایی آبزیان هستند. از جمله مشکلات استفاده از این منابع پروتئینی، عدم توانایی آنزیم‌های گوارشی آبزیان در هضم و جذب کامل آنهاست که منجر به اختلال در سوخت و ساز مواد مغذی و افت کارایی تغذیه می‌شود. با توجه به کسب نتایج قابل قبول در زمینه به‌کارگیری آنزیم‌ها در جیره حیوانات خشکی، محققان حوزه شیلات نیز از آنزیم‌ها برای بهبود هضم اجزای مختلف خوراک و در نهایت، بهبود کارایی تغذیه بهره گرفته‌اند (افشار مازندران و رجب، ۱۳۸۶؛ Bedford and Partridge, 2010).

مطالعات اولیه در این زمینه با به‌کارگیری آنزیم‌های استخراج شده از بخش‌های مختلف دستگاه گوارش خود ماهیان انجام شده است. برای مثال، استفاده از عصاره لوزالمعدة با هدف بهبود گوارش پروتئین در ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) توسط Dabrowska و همکاران در سال ۱۹۷۹ انجام شده است. کسب نتایج ضعیف و ناپایدار و نیز زحمت و هزینه بالای استخراج آنزیم از ماهیان محققان را به سمت استفاده از آنزیم‌هایی با منشأ میکروبی (Farhangi and Carter, 2007) و گیاهی (Patil and Singh, 2014) سوق داد.

پس از تجربه موفق در استفاده از آنزیم‌های منفرد تجاری در تغذیه آبزیان، مانند تریپسین (Dabrowski and Glogowski, 1977)، فیتاز (اسعدی و همکاران، ۱۳۹۱) و آمیلاز (Kumar et al. 2006)، اخیراً استفاده از مکمل‌های چندآنزیمی به شکل گسترده در تحقیقات مرتبط با آبزیان رواج پیدا کرده است. این مکمل‌ها با دارا بودن چند آنزیم به صورت هم‌زمان بر روی اجزای مختلف جیره اثر گذاشته و هضم و جذب مواد مغذی آنها را بهبود می‌بخشند. مهمترین اهداف مورد نظر برای استفاده از مکمل‌های آنزیمی

در آبزی‌پروری، تجزیه ضدمغذی‌های موجود در اجزای جیره-های غذایی (به‌خصوص اجزای گیاهی)، بهبود دسترسی زیستی نشاسته، پروتئین‌ها و مواد معدنی، هیدرولیز پیوندهای شیمیایی در جیره که آنزیم‌های دستگاه گوارش خود آبزی توانایی تجزیه آنها را ندارند، بهبود قابلیت هضم جیره‌های تجاری در ماهیان با دستگاه گوارش تکامل نیافته (نوزاد و بچه ماهی) هستند (افشار مازندران و رجب، ۱۳۸۶؛ Bedford and Partridge, 2010).

تاکنون از مکمل‌های چندآنزیمی گوناگونی نظیر کومبو (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۸ الف)، ناتوزایم (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۸ ب)، آویزایم (حسینی فرد و همکاران، ۱۳۹۲)، آکواگرو (Shi و همکاران، ۲۰۱۶) و کمین (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۵) در جیره ماهیان استفاده شده است. مکمل چندآنزیمی کمین یک مکمل تجاری و حاوی آنزیم‌های پروتئاز، لیپاز، آلفا آمیلاز، فیتاز، پکتیناز، سلولاز، همی سلولاز، زایلاناز، بتاگلوکوناز و پنتوسوناز با منشأ قارچی و باکتریایی است. از این مکمل در مطالعات مختلفی در جیره ماهیان استفاده شده است. مطالعه Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) بر روی فیل‌ماهی نشان داد که استفاده از آنزیم کمین در جیره ماهیان انگشت‌قد منجر به افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در ماهیان می‌شود. در مطالعه عادلیان و همکاران (۱۳۹۵) نیز استفاده از این مکمل در جیره ماهی کپور، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و بهبود ضریب تبدیل غذایی را به همراه داشت. نتایجی که در مطالعه Forouhar Vajargah و همکاران (۲۰۱۸) نیز تأیید شد که نشان دهنده تأثیرگذاری این مکمل بر افزایش رشد ماهیان است.

ماهی قرمز (*Carassius auratus*) یکی از اعضای با اهمیت خانواده کپورماهیان است. این گونه از منظر اقتصادی و تحقیقاتی جایگاهی ویژه دارد. با توجه به شباهت این گونه به گونه‌های با ارزشی مانند کپور معمولی، از آن به عنوان یک مدل زیستی در مطالعات مختلف استفاده می‌شود، زیرا یافته‌های به‌دست آمده قابلیت تعمیم به گونه‌های تجاری دیگر است. تاکنون از آنزیم‌های مکمل ناتوزایم (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۸)، کمبو (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۸) و کمزم (Aimin, 2006) در جیره ماهی قرمز استفاده شده است، اما مطالعه‌ای با استفاده از مکمل چندآنزیمی کمین در این

هفته‌ای یک‌بار به کمک روش‌های استاندارد سنجش و ثبت شدند.

جیره پایه برای تغذیه ماهیان جیره تجاری انرژی (4EF3001، تایلند) و حاوی ۰.۴٪ پروتئین، ۰.۶٪ چربی، ۰.۲٪ فیبر و ۱.۱۲٪ درصد رطوبت بود. مکمل مورد استفاده در این مطالعه مکمل چندآنزیمی کمین (Kemin, Herentals, Belgium) با محتوی پروتئاز، لیپاز، آلفا آمیلاز، فیتاز، پکتیناز، سلولاز، همی سلولاز، زایلاناز، بتاگلوکوناز و پنتوسوناز بود که به جیره تیمارهای پنج‌گانه به ترتیب به میزان صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۵) افزوده شد (جدول ۱). برای افزودن مکمل آنزیمی به جیره‌ها، ابتدا مکمل به صورت محلول بر روی جیره-ها افشانه شد و در پایان، به منظور ممانعت از آب‌شویی مکمل، بر روی جیره تمام تیمارها (از جمله گروه شاهد) پودر ژله محلول در آب ۰.۲٪ افشانه شد (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۵).

گونه انجام نشده است. این پژوهش با هدف به‌کارگیری مکمل کمین در رژیم غذایی ماهی قرمز به منظور تقویت عملکرد دستگاه گوارش این گونه برای هضم بهتر اجزای جیره و بررسی اثرات آن بر شاخص‌های رشد، کیفیت لاشه و فاکتورهای بیوشیمیایی خون انجام شد.

### مواد و روش‌ها

در این مطالعه ۱۵۰ قطعه ماهی قرمز با وزن متوسط  $0/69 \pm$  گرم خریداری و پس از انتقال به محل آزمایش به مدت ۱۵ روز برای سازگاری با شرایط جدید ذخیره و با جیره غذایی تجاری تغذیه شدند. ماهیان پس از بیهوشی با ۲-فنوکسی اتانول به صورت منفرد زیست‌سنجی، و به شیوه کاملاً تصادفی در گروه‌های آزمایشی (۵ تیمار با ۳ تکرار) توزیع شدند. درجه حرارت و سطح اکسیژن محلول آب مخازن روزانه و pH آب

جدول ۱ جیره‌های مورد استفاده برای تغذیه ماهیان قرمز با سطوح مختلف مکمل کمین.

گروه‌های آزمایش	جیره مورد استفاده برای تغذیه
گروه یک (شاهد)	جیره پایه بدون مکمل کمین
گروه دو	جیره پایه به همراه ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل کمین
گروه سه	جیره پایه به همراه ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل کمین
گروه چهار	جیره پایه به همراه ۷۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل کمین
گروه پنج	جیره پایه به همراه ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل کمین

شد. در انتهای هفته هشتم پرورش با بهره‌گیری از داده‌های به‌دست آمده از زیست‌سنجی‌ها، میزان پروتئین موجود در جیره و سنجش میزان پروتئین لاشه، شاخص‌های ضریب چاقی، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، نرخ بازده پروتئین و درصد بقا با استفاده از روابط زیر تعیین شدند (Tacon, 1990):

$$100 \times \text{درآزا} / \text{وزن تر} = \text{CF) ضریب چاقی}$$

$$\text{WGP) درصد افزایش وزن بدن} = (W_2 - W_1) / W_1 \times 100$$

$$100 \times \text{دوره پرورش به روز} = (\text{Ln } W_2 - \text{Ln } W_1) / \text{نرخ رشد ویژه (SGR)}$$

$$\text{افزایش وزن بدن (گرم) / مقدار غذای خورده شده (گرم)} = \text{FCR) ضریب تبدیل غذایی}$$

$$\text{پروتئین مصرفی (گرم) / وزن تولید شده (گرم)} = \text{PER) نرخ بازده پروتئین}$$

آزمایش به مدت ۸ هفته انجام شد. تغذیه ماهیان روزی سه مرتبه در روز در ساعت‌های ۸ صبح، ۱۳ و ۱۸ عصر انجام می‌شد. میزان غذایی روزانه ۰.۳٪ از وزن بدن ماهیان محاسبه شد (Shi و همکاران، ۲۰۱۶). هر ۲ هفته یک مرتبه پس از اندازه‌گیری درازای ماهیان با دقت میلی‌متر آنها را با دقت ۰/۰۱ گرم وزن‌کشی کرده و پس از محاسبه میزان رشد، میزان غذایی روزانه مطابق با افزایش وزن ماهیان مجدد محاسبه

$100 \times$  تعداد ماهی نهایی / تعداد ماهی اولیه = درصد بقا

در روابط بالا  $W_1$  و  $W_2$  به ترتیب وزن اولیه و نهایی ماهیان هر تیمار بر حسب گرم است.

کلوسترول، پروتئین کل و آلبومین سرم خون ماهیان هر تیمار با کمک کیت‌های بالینی تجاری (پارس آزمون، ایران) توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل ۶۱۰۰ ساخت شرکت Jenway، انگلستان) اندازه‌گیری شدند. داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS (ویرایش ۲۲) تجزیه و تحلیل شدند. بررسی نرمال بودن داده‌ها و همگنی گروه‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و Levene انجام شد. مقایسه میانگین تیمارهای تغذیه‌ای با کمک آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) بررسی شد و برای تفکیک گروه‌های همگن، از آزمون چند دامنه دانکن (Duncan) در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

### نتایج

در طول دوره پرورش فاکتورهای فیزیکیوشیمیایی آب در حد متعارف (دما  $1 \pm 26$  درجه سانتی‌گراد، اکسیژن  $0.2 \pm 6/4$  میلی‌گرم در لیتر، pH  $0.5 \pm 7/6$ ) بود و هیچ مرگ و میری در بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. در پایان دوره پرورش، شاخص‌های وزن نهایی، درصد افزایش وزن، شاخص رشد ویژه و کارایی پروتئین در تیمارهای ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ به‌طور معنی‌دار از گروه شاهد بالاتر بود ( $p < 0.05$ ). در مورد شاخص‌های بالا اختلاف معنی‌دار بین تیمار ۲۵۰ با گروه شاهد مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). ضریب تبدیل غذایی به‌طور معنی‌دار در گروه شاهد بالاتر از تیمارهای ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ بود ( $p < 0.05$ ). ضریب چاقی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار نشان نداد ( $p > 0.05$ ؛ جدول ۲).

در پایان دوره پس از قطع ۲۴ ساعته غذایی و اطمینان از دفع کامل محتویات دستگاه گوارش ماهیان، اقدام به تهیه نمونه (کل لاشه) از تیمارهای مختلف برای تعیین میزان تقریبی ترکیبات ماهیان، توزین و ذخیره آنها در دمای  $-20$  درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش‌ها شد. تعیین میزان تقریبی ترکیبات لاشه ماهیان (میزان رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر) بر اساس دستور العمل‌های AOAC (۲۰۰۵) انجام شد. برای تعیین میزان رطوبت لاشه ماهیان از آون با دمای  $105$  درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت استفاده شد. برای سنجش میزان پروتئین خام لاشه از روش کلدال با استفاده از دستگاه Kjeldtherm (VAP 40, Gerhardt, Germany) در سه گام شامل هضم، تقطیر و تیتراسیون استفاده و در نهایت، میزان ازت حاصله از هر یک گرم ماده خشک در ضریب  $6/25$  ضرب شد. اندازه‌گیری مقدار چربی خام لاشه‌ها به کمک حلال اتر و دستگاه سوکسله (SE 416, Gerhardt, Germany) انجام شد. برای تعیین میزان خاکستر لاشه‌ها از کوره الکتریکی با دمای  $550$  درجه سانتی‌گراد برای سوزاندن نمونه‌ها استفاده شد (AOAC, 2005).

در انتهای دوره پرورش، ماهیان تیمارهای مختلف پس از بیهوشی در حمام  $2$ -فنوکسی اتانول خون‌گیری شدند. خون-گیری از ماهیان به شیوه قطع ساقه دمی انجام شد. خون در لوله‌های  $2$  میلی‌لیتری جمع‌آوری شد. سرم خون با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ (Hettich D-7200, Tuttlingen, Germany) (به مدت  $10$  دقیقه و با  $3000$  دور در دقیقه) جدا و به لوله‌های استریل منتقل شد. نمونه‌های سرم تا زمان سنجش، در دمای  $-20$  درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون شامل گلوکز، تری‌گلیسرید،

جدول ۲ مقایسه شاخص‌های رشد ماهیان قرمز تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل کمین (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

درصد بقا	CF	PER	FCR	SGR (درصد در روز)	درصد افزایش وزن	وزن نهایی (گرم)	وزن اولیه (گرم)	تیمارها (میزان مکمل mg/kg)
۱۰۰	۱/۳۹ $\pm$ ۰/۲۰ <sup>a</sup>	۱/۰۸ $\pm$ ۰/۱۲ <sup>c</sup>	۲/۲۷ $\pm$ ۰/۲۶ <sup>a</sup>	۱/۰۲ $\pm$ ۰/۱۲ <sup>c</sup>	۸۵/۷۳ $\pm$ ۱۳/۳۹ <sup>c</sup>	۶/۳۸ $\pm$ ۰/۴۱ <sup>b</sup>	۳/۴۴ $\pm$ ۰/۰۷ <sup>a</sup>	شاهد (صفر)
۱۰۰	۱/۵۶ $\pm$ ۰/۵۳ <sup>a</sup>	۱/۱۲ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>bc</sup>	۲/۱۷ $\pm$ ۰/۰۵ <sup>ab</sup>	۱/۰۶ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>bc</sup>	۸۹/۷۵ $\pm$ ۲/۹۹ <sup>bc</sup>	۶/۶۷ $\pm$ ۰/۲۳ <sup>b</sup>	۳/۵۱ $\pm$ ۰/۱۰ <sup>a</sup>	تیمار یک (۲۵۰)
۱۰۰	۱/۴۵ $\pm$ ۰/۱۷ <sup>a</sup>	۱/۲۷ $\pm$ ۰/۱۳ <sup>ab</sup>	۱/۹۲ $\pm$ ۰/۲۰ <sup>bc</sup>	۱/۲۱ $\pm$ ۰/۱۴ <sup>ab</sup>	۱۰۸/۲۴ $\pm$ ۱۷/۳۲ <sup>ab</sup>	۷/۲۵ $\pm$ ۰/۱۵ <sup>a</sup>	۳/۴۹ $\pm$ ۰/۲۱ <sup>a</sup>	تیمار دو (۵۰۰)
۱۰۰	۱/۷۰ $\pm$ ۰/۶۳ <sup>a</sup>	۱/۳۲ $\pm$ ۰/۰۶ <sup>a</sup>	۱/۸۴ $\pm$ ۰/۰۸ <sup>c</sup>	۱/۲۶ $\pm$ ۰/۰۶ <sup>a</sup>	۱۱۳/۷۸ $\pm$ ۷/۳۶ <sup>a</sup>	۷/۵۳ $\pm$ ۰/۳۵ <sup>a</sup>	۳/۵۲ $\pm$ ۰/۰۸ <sup>a</sup>	تیمار سه (۷۵۰)
۱۰۰	۱/۶۵ $\pm$ ۰/۵۱ <sup>a</sup>	۱/۲۹ $\pm$ ۰/۰۵ <sup>a</sup>	۱/۸۸ $\pm$ ۰/۰۷ <sup>bc</sup>	۱/۲۴ $\pm$ ۰/۰۵ <sup>a</sup>	۱۱۰/۵۷ $\pm$ ۶/۷۷ <sup>a</sup>	۷/۳۱ $\pm$ ۰/۳۲ <sup>a</sup>	۳/۴۷ $\pm$ ۰/۱۷ <sup>a</sup>	تیمار چهارم (۱۰۰۰)

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست ( $p < 0/05$ ).

چربی لاشه و خاکستر لاشه متعلق به تیمار ۷۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل آنزیمی و بالاترین میزان رطوبت در گروه شاهد ثبت شد ( $p > 0/05$ ) (جدول ۳).

مقادیر پروتئین، چربی و خاکستر لاشه در تمام تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی مکمل کمین بیش از گروه شاهد بود، اما این اختلاف در هیچ یک از فراسنجه‌ها به لحاظ آماری معنی‌دار نبود ( $p > 0/05$ ). بیشترین میزان پروتئین لاشه،

جدول ۳ مقایسه ترکیب بیوشیمیایی لاشه ماهیان قرمز تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل کمین (بر حسب گرم در کیلوگرم؛ میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

تیمارها (میزان مکمل mg/kg)	رطوبت	پروتئین خام	لیپید خام	خاکستر
شاهد (صفر)	۷۰۵/۰۷ $\pm$ ۶/۱۶	۱۵۷/۱۷ $\pm$ ۷/۱۰	۷۹/۱۶ $\pm$ ۳/۷۱	۲۷/۵۳ $\pm$ ۳/۲۹
تیمار یک (۲۵۰)	۷۰۲/۲۳ $\pm$ ۱/۸۷	۱۵۷/۹۳ $\pm$ ۴/۹۶	۸۱/۷ $\pm$ ۲/۶۶	۲۸/۴۰ $\pm$ ۳/۷۷
تیمار دو (۵۰۰)	۷۰۱/۱ $\pm$ ۶/۲۴	۱۵۹/۴۰ $\pm$ ۶/۲۰	۸۱/۸ $\pm$ ۳/۴۵	۲۷/۷۷ $\pm$ ۱/۸
تیمار سه (۷۵۰)	۶۹۷/۳۶ $\pm$ ۵/۰۸	۱۵۹/۷۰ $\pm$ ۴/۷۴	۸۳/۱۷ $\pm$ ۴/۳۲	۲۹/۵ $\pm$ ۲/۴۵
تیمار چهارم (۱۰۰۰)	۷۰۲/۲۷ $\pm$ ۶/۳۵	۱۵۸/۲۳ $\pm$ ۶/۸۸	۸۲/۴۳ $\pm$ ۱/۷۶	۲۸/۶۷ $\pm$ ۳/۲۹

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست ( $p < 0/05$ ).

تیمارهای ۲۵۰ و ۵۰۰ اختلاف معنی‌داری را با گروه شاهد نشان دادند ( $p < 0/05$ ) (جدول ۴).

اختلاف معنی‌داری در میزان تری‌گلیسرید، کلسترول، پروتئین کل و آلبومین بین تیمارهای مختلف مکمل کمین مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ). تنها در خصوص گلوکز خون،

جدول ۴ مقایسه فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهیان قرمز تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل کمین (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

تیمارها (میزان مکمل mg/kg)	گلوکز (mmol/L)	پروتئین کل (g/L)	آلبومین (g/L)	تری‌گلیسرید (mmol/L)	کلسترول (mmol/L)
شاهد (صفر)	۷/۵۷ $\pm$ ۱/۶۷ <sup>a</sup>	۳۸/۹۳ $\pm$ ۵/۲۵	۱۳/۵۳ $\pm$ ۲/۸۷	۳/۴۳ $\pm$ ۰/۵۲	۶/۴۷ $\pm$ ۰/۴۸
تیمار یک (۲۵۰)	۵/۲۰ $\pm$ ۰/۷۹ <sup>bc</sup>	۳۸/۷۳ $\pm$ ۸/۵۶	۱۳/۵۶ $\pm$ ۱/۲۱	۳/۵۲ $\pm$ ۰/۳۹	۶/۱۳ $\pm$ ۰/۸۴
تیمار دو (۵۰۰)	۴/۳۵ $\pm$ ۰/۳۹ <sup>c</sup>	۴۰/۱ $\pm$ ۶/۲۷	۱۴/۰۳ $\pm$ ۲/۰۴	۳/۵۴ $\pm$ ۰/۳	۶/۸۸ $\pm$ ۰/۴۷
تیمار سه (۷۵۰)	۶/۴ $\pm$ ۰/۹۶ <sup>ab</sup>	۴۳/۷۳ $\pm$ ۶/۷۶	۱۴/۱۷ $\pm$ ۱/۴۵	۳/۵۷ $\pm$ ۰/۵۶	۶/۹۱ $\pm$ ۱/۱۲
تیمار چهارم (۱۰۰۰)	۵/۷۴ $\pm$ ۰/۴۸ <sup>abc</sup>	۴۴/۲۷ $\pm$ ۴/۳۲	۱۳/۹۷ $\pm$ ۳/۱۶	۳/۴۹ $\pm$ ۰/۱۸	۷/۱۴ $\pm$ ۰/۹۱

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست ( $p < 0/05$ ).

## بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که به کارگیری مکمل آنزیمی کمین در جیره ماهی قرمز در کنار کاهش ضریب تبدیل غذایی (FCR)، رشد را بهبود می بخشد، اما بر ترکیبات شیمیایی لاشه، فاکتورهای بیوشیمیایی خون و بقا اثر معنی- دار ندارد.

در مطالعه حاضر با افزودن بر سطح مکمل آنزیمی جیره غذایی، رشد ماهیان قرمز افزایش پیدا کرد و بالاترین میزان رشد را تیمار ۷۵۰ نشان داد. از سوی دیگر ماهیان این تیمار، پایین ترین ضریب تبدیل غذایی را در مقایسه با دیگر تیمارها داشتند. با وجود این، افزایش بیشتر سطح مکمل آنزیمی در جیره (تیمار ۱۰۰۰) منجر به رشد بیشتر ماهیان و کاهش بیشتر ضریب تبدیل غذایی نشد. بخش زیادی از نتایج به دست آمده در مطالعات پیشین در خصوص مکمل های چند آنزیمی نیز نتایج این مطالعه را تأیید می کنند. برای مثال، به کارگیری مکمل کمین در جیره ماهی کپور معمولی سبب افزایش رشد ماهیان (بالاترین میزان رشد در تیمار ۱۰۰۰ به- دست آمد) و کاهش ضریب تبدیل جیره شد (کمترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۱۰۰۰ به دست آمد؛ عادلیان و همکاران، ۱۳۹۵). در پژوهش Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) نیز به کارگیری مکمل کمین در رژیم غذایی فیل ماهی (*Huso huso*) سبب افزایش رشد ماهیان شد، به نحوی که افزودن ۲۵۰ میلی گرم مکمل به هر کیلوگرم غذا بالاترین میزان رشد و پایین ترین ضریب تبدیل غذایی را سبب شد. مکمل چند آنزیمی آویزایم نیز منجر به بهبود شاخص های رشد و بقا در ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) شد (قبادی و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین، استفاده از ۰/۵ گرم مکمل چند آنزیمی ناتوزایم (Natuzyme) در یک کیلوگرم جیره ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo caspius*) رشد را در مقایسه با گروه شاهد، افزایش، و ضریب تبدیل غذایی را کاهش داد (Zamini et al. 2014). استفاده از ناتوزایم که تشکیل شده از آنزیم های پروتئاز، لیپاز، فیتاز، آلفا آمیلاز، سلولاز، آمیلوگلوکوسیداز، بتاگلوکاناز، پنتوسوناز، همی سلولاز، زایلاناز، پکتیناز، اسید فسفاتاز و اسید فیتاز است، در ماهی قرمز نیز در سطح ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم سبب افزایش

رشد و کاهش ضریب تبدیل غذایی شد. در بررسی Shi و همکاران (۲۰۱۶) به کارگیری آنزیم Aquagrow در جیره ماهی قرمز افزایش رشد ماهیان را در پی داشت. در مقابل در مطالعه Ogunkoya و همکاران (۲۰۰۶) افزودن ۱ و ۲/۵ گرم مکمل Superzyme به هر کیلوگرم جیره قزل آلی - رنگین کمان سبب افزایش رشد در ماهیان نشد، نتیجه ای که Farhangi و Carter (۲۰۰۷) هم در مطالعه خود با استفاده از مکمل Bio-feed در جیره قزل آلی رنگین کمان به دست آوردند. صرف نظر از دو مطالعه اخیر، به نظر می رسد که استفاده از مکمل چند آنزیمی در غلظت مناسب، افزایش رشد و کاهش ضریب تبدیل غذایی را در گونه های مختلف ماهی از جمله ماهی قرمز به همراه داشته باشد که در مطالعه حاضر نیز مورد تأیید قرار گرفت. این دسته از مکمل ها با دارا بودن چندین نوع آنزیم گوارشی مختلف قادر هستند شرایط بهره برداری بهتر از مواد مغذی جیره را برای جاندار فراهم کنند و ضمن مصرف کمتر غذا (بهبود ضریب تبدیل غذایی) رشد ماهیان پرورشی از جمله ماهی قرمز را بهبود دهند.

نتایج این بررسی نشان داد که استفاده از کمین در جیره ماهی قرمز اثر معنی دار بر ترکیب لاشه ماهیان پرورشی ندارد. مشابه این نتایج در مطالعه Lin و همکاران (۲۰۰۷) نیز به دست آمد، به نحوی که استفاده از یک ترکیب چند آنزیمی شامل پروتئاز، بتا-گلوکاناز و زایلاناز در جیره ماهی تیلاپای دورگه (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*) اثری بر ترکیبات لاشه ماهیان نداشت. به کارگیری آنزیم Aquagrow در جیره ماهی قرمز و ماهی کپور معمولی نیز مانند مطالعه حاضر تأثیری بر ترکیب لاشه ماهیان پرورشی در انتهای دوره نداشت (Leng et al. 2008; Shi et al. 2016). استفاده از عصاره لوزالمعده در جیره ماهی باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) نیز همانند مطالعه حاضر بر ترکیب لاشه ماهیان بی اثر بود (Kolkovski et al. 1997). در مطالعه Song و همکاران (۲۰۱۶) استفاده از آنزیم پروتئاز باکتریایی در جیره میگوی پاسبید غربی (*Litopenaeus vannamei*) به رغم بی اثر بودن بر محتوی چربی، رطوبت و خاکستر لاشه میگوها، میزان پروتئین خام لاشه آنها را در گروه تغذیه شده با جیره حاوی ۱۷۵ میلی گرم در کیلوگرم آنزیم ارتقا داد. در بررسی

فقط در تیمارهای ۲۵۰ و ۵۰۰ معنی‌دار بود. در بررسی عادلین و همکاران (۱۳۹۵) میزان گلوکز در ماهیان کپور تغذیه شده با جیره حاوی کمین تغییری معنی‌دار را نشان نداد، اما در ماهیان تمام تیمارها کمتر از گروه شاهد شد، که با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد. در مطالعه Kumari و همکاران (۲۰۱۳) استفاده از آنزیم تریپسین در جیره ماهی روهو (*Labeo rohita*) میزان گلوکز را در مقایسه با گروه شاهد کاهش داد. در مطالعه خسروانی زاده و همکاران (۱۳۹۶)، استفاده از آنزیم تریپسین در جیره فیل‌ماهی، تغییر معنی‌داری بر سطح گلوکز خون ماهیان نداشت. در مطالعه Shi و همکاران (۲۰۱۶) نیز استفاده از مکمل آنزیمی پروتئازی تأثیر معنی‌داری بر سطح گلوکز خون ماهیان قرمز نداشت. با وجود این، افزودن آنزیم منفرد بتا ۱-۳ (۴) گلوکوناز به جیره ماهی کپور میزان گلوکز خون ماهیان را افزایش داد (Mohammadbeygi et al. 2012). با توجه به نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر و دیگر پژوهش‌های انجام شده، به نظر می‌رسد که استفاده از یک آنزیم کربوهیدراز منفرد، نقش مؤثرتری در بهره‌برداری از کربوهیدرات‌های جیره و در نهایت، ارتقای سطح گلوکز خون ایفا می‌کند و اثرگذاری مکمل‌های چندآنزیمی در این زمینه کمتر است.

اختلال در عملکرد کبد، سوء تغذیه، تغذیه از رژیم‌های کم پروتئین، بی‌اشتهایی و یا کم‌اشتهایی، گرسنگی طولانی مدت، سوء جذب مواد غذایی، خون‌ریزی، التهاب و عفونت، از جمله عوامل مؤثر در کاهش سطح آلبومین و در نتیجه، پروتئین کل خون در جانوران محسوب می‌شوند. سنتز آلبومین در اختلالات ناشی از سوء تغذیه پروتئینی کاهش می‌یابد که با توجه به نقش آلبومین در انتقال اسیدهای چرب آزاد خون، هورمون‌ها، عناصر معدنی و غیره، کاهش مقدار آلبومین در خون، اثرات تغذیه‌ای نامطلوب ثانویه را به دنبال خواهد داشت. در مقابل، استفاده مطلوب از پروتئین جیره و هضم و جذب بهتر اسیدهای آمینه تشکیل دهنده منابع پروتئینی جیره، فرصت لازم برای تشکیل پروتئین‌های خون مانند آلبومین را برای ماهیان فراهم می‌کند و ایمنی ماهیان را افزایش دهد. از سوی دیگر، با توجه به ماهیت پروتئینی گلبول‌های سفید و پادتن‌ها، ایمنی ماهیان به‌شدت تحت تأثیر میزان پروتئین کسب شده از جیره غذایی قرار دارد که در بین ماهیان

Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) به‌کارگیری مکمل کمین در جیره فیل ماهی، پروتئین خام لاشه ماهیان را در تیمارهای مختلف به طور معنی‌دار نسبت به ماهیان گروه شاهد کاهش، و چربی را افزایش داد. همچنین میزان خاکستر در گروه تغذیه شده با جیره حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کمین (که بالاترین میزان رشد را نشان داد) بالاتر از دیگر تیمارها بود. در مطالعه حاضر نیز بیشترین میزان خاکستر، چربی و پروتئین خام لاشه در تیمار ۷۵۰ (که بالاترین میزان رشد را نشان داد) ثبت شد، اما این افزایش به میزانی نبود که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها نشان دهد. به نظر می‌رسد که با افزایش طول دوره پرورش اختلاف بین تیمارها از نظر ترکیبات لاشه به شکل ملموس‌تر بروز خواهد یافت. لذا برای محک دقیق‌تر این مکمل در خصوص قدرت ارتقای کیفیت لاشه ماهیان، انجام مطالعاتی با دوره پرورش طولانی‌تر توصیه می‌شود.

گلوکز مهم‌ترین منبع انرژی و سوخت اصلی سلول‌ها و اندام‌های مختلف جانوران محسوب می‌شود که از راه خون در دسترس سلول‌ها قرار می‌گیرد. در ماهیان نیز همانند پستانداران، سطح غلظت گلوکز سرم خون متأثر از عوامل محیطی، مانند تغذیه و استرس است و به‌سرعت دچار نوسان می‌شود. در پی تغذیه از منابع کربوهیدرات و هضم آنها، گلوکز از راه روده جذب، و وارد جریان خون می‌شود. تغذیه نقش مؤثری بر میزان گلوکز خون دارد و می‌تواند سطح آن را به میزان ۱۰۰٪ افزایش دهد (گنجور و همکاران، ۱۳۹۸). برای مثال، ثابت شده است که گرسنگی ۱۴ روزه در ماهی آزاد دریای خزر موجب افت ۲۰٪ سطح گلوکز خون ماهیان می‌شود (زعفریان و همکاران، ۱۳۹۵). در پستانداران، آنزیم کبدی گلوکوکیناز وظیفه دارد در اسرع وقت میزان اضافی گلوکز را از راه سیاهرگ باب کبدی حذف کند و سطح گلوکز را در محدوده میانگین ۱۰ میلی‌مولار بر لیتر تثبیت کند. در کنار سازوکار مذکور، هورمون‌هایی مانند انسولین، رشد، گلوکاگون، آدرنالین، نورآدرنالین و کورتیزول نیز در ایجاد حالت هموستازی گلوکز در بدن جانوران سهیم هستند (Burrin and Price, 1985). در مطالعه حاضر، سطح گلوکز خون در ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل آنزیمی در مقایسه با گروه شاهد کاهش یافت، اما این کاهش



از بسته‌بندی توسط پروتئین‌ها وارد جریان خون می‌شوند (Murray et al. 2009). تری‌گلیسریدهای مازاد به‌صورت بافت چربی در اندام‌ها به‌عنوان ذخیره سوختی بدن انباشته می‌شوند و در فواصل بین وعده‌های غذایی، انرژی مورد نیاز برای عملکرد عضلات ماهیان را فراهم می‌کنند. لیپیدهای حاضر در پلاسمای خون شامل تری‌گلیسریدها، فسفولیپیدها، کلسترول، استرهای کلسترول و اسیدهای چرب بلند زنجیره غیر استریفیه هستند. کلسترول یک لیپید آمفی‌پاتیک، و ترکیبی ضروری در ساختمان غشاها و لایه‌های خارجی لیپوپروتئین‌های پلاسماست. کلسترول پیش‌ساز عمده استروئیدهای بدن از جمله کورتیکوستروئیدها، هورمون‌های جنسی، اسیدهای صفراوی و ویتامین D است (Murray et al. 2009). نیمی از کلسترول بدن جانوران از رژیم غذایی و بقیه توسط سلول‌های اندام‌های مختلف آنها تولید می‌شود. پس از هضم و جذب کلسترول در روده، کبد آن را به شکل آزاد تبدیل (متابولیزه) کرده و توسط لیپوپروتئین‌ها در خون انتقال می‌دهد. در مطالعه حاضر، افزودن مکمل آنزیمی کمین به جیره ماهیان سبب افزایش اندک سطح تری‌گلیسرید و کلسترول سرم خون ماهیان شد، اما این افزایش اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نداشت. در مطالعات Liu و همکاران (۲۰۱۸) و Shi و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از مکمل پروتئازی در ماهی قرمز نیز نتایج مشابهی به دست آمد و سطح کلسترول و تری‌گلیسرید ماهیان در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار نشان نداد. با وجود این، در مطالعه Mohammadbeygi و همکاران (۲۰۱۲) تری‌گلیسرید و کلسترول سرم خون در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی آنزیم بتا ۱-۳ (۴) گلوکوناز افزایش یافت. در مطالعات Mancini و Parillo (۱۹۹۱) و Hajati (۲۰۱۰) نیز به کارگیری مکمل آنزیمی منجر به افزایش سطح کلسترول خون شد. در مقابل، در مطالعه Riasi و Kermanshahi (۲۰۰۶) استفاده از مکمل چندآنزیمی، سطح کلسترول خون را کاهش داد.

پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از مکمل مولتی آنزیم کمین در جیره غذایی ماهی قرمز، کارایی جیره غذایی را ارتقا داده و سبب بهبود شاخص‌های رشد می‌شود. مطالعه حاضر، استفاده از غلظت ۷۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل کمین در

پرورشی در کارگاه‌های پرورشی متراکم و نیمه متراکم، به دلیل تراکم بالا و در معرض بیماری بودن بیشتر ماهیان، اهمیت این موضوع دو چندان خواهد بود (محمودی و همکاران، ۱۳۹۸). متخصصان، سطوح بالای پروتئین سرم را ناشی از عملکرد مطلوب کبد و دیگر اندام‌های دخیل در فرآیند ساخت پروتئین‌های پلازما می‌دانند (Metwally, 2009). نباید از نظر دور داشت که لازمه ساختن پروتئین در کبد، دسترسی به منابع کافی از اسیدهای آمینه‌ای است که در دستگاه گوارش هضم و جذب شده‌اند. افزایش هضم پروتئین در روده می‌تواند جرقه‌ای برای افزایش سنتز پروتئین‌های پلازما مانند آلبومین و در نهایت، افزایش سطح پروتئین کل خون ماهیان باشد. در مقابل، کاهش سطح پروتئین کل و آلبومین خون را می‌توان نشأت گرفته از شکستن (کاتابولیسم) پروتئین به علت ناکافی بودن میزان اسیدهای آمینه جذب شده در روده دانست (Shoemaker et al. 2003). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که به‌کارگیری مکمل چندآنزیمی کمین در جیره ماهی قرمز، میانگین سطح آلبومین و پروتئین کل را در سرم خون ماهیان افزایش می‌دهد، اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. در مطالعات عادلین و همکاران (۱۳۹۵) در ماهی کپور، Shi و همکاران (۲۰۱۶) بر روی ماهی قرمز و Liu و همکاران (۲۰۱۸) در ماهی قرمز نیز نتایج مشابهی به دست آمد. با وجود این، در مطالعه Mohammadbeygi و همکاران (۲۰۱۲) سطح پروتئین کل در ماهیان تیمار شده با جیره حاوی آنزیم بتا ۱-۳ (۴) گلوکوناز کاهش یافت. افزایش اندک سطح پروتئین کل و آلبومین در مطالعه حاضر را می‌توان ناشی از عملکرد مطلوب پروتئازهای به کار گرفته شده در مکمل چندآنزیمی کمین در روده ماهیان قرمز برای شکستن پیوندهای پپتیدی و جذب بیشتر اسیدهای آمینه از جدار روده و در نهایت، افزایش تولید پروتئین در کبد ماهیان دانست.

نیاز به اسیدهای چرب در ماهیان به دو طریق محتوای لیپید رژیم غذایی و یا تولید از طریق استیل-کوا مشتق از کربوهیدرات‌ها و اسیدهای آمینه تامین می‌شود. لیپیدهای جیره در دستگاه گوارش و در خلال فرآیند هضم در روده به مونواسیل گلیسرول (تری‌گلیسرید) و اسیدهای چرب هیدرولیز می‌شوند. سپس در مخاط روده استریفیه شده و پس

سرمدی و تجزیه تقریبی بدن بچه ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*). مجله علمی شیلات ایران ۲۵: ۱۷۴-۱۶۱.

عادلین م.، ایمان پور، م.ز.، تقی زاده، و.، مازندرانی، م. ۱۳۹۵. استفاده از مولتی آنزیم کمین در جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و اثرات آن بر شاخص-های رشد و برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی خون. محیط زیست جانوری ۸: ۲۰۶-۲۰۱.

عادلین م.، ایمان پور، م.ز.، جعفری، و. ۱۳۹۸ الف. اثرات مولتی آنزیم کمبو در جیره غذایی بر شاخصهای رشد، بازماندگی و عملکرد تولیدمثلی ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*). محیط زیست جانوری ۱۱: ۲۸۲-۲۷۳.

عادلین م.، ایمان پور، م.ز.، جعفری، و. ۱۳۹۸ ب. اثرات مولتی آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی بر شاخصهای رشد، بازماندگی و عملکرد تولیدمثلی ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*). محیط زیست جانوری ۱۱: ۲۲۴-۲۱۵.

قبادی، ش.، متین فر، ع.، نظامی ش.ع.، سلطانی، م. ۱۳۸۸. عملکرد مکمل آنزیمی آویزایم بر جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا و تاثیر آن بر رشد و بازماندگی ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). شیلات ۳: ۱۱-۲۲.

گنججور، م.س.، قائدی، ع.ر.، راستیان نسب، ا.، صلاحی اردکانی، م.م.، حسینی، ع.ج.، فلاحت، ع. ۱۳۹۷. مقایسه تغییرات غلظت گلوکز خون در مولدین قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) قبل و بعد از خوراک دهی. مجله علمی شیلات ایران ۲۷: ۱۷۵-۱۷۱.

محمودی خوش دره گی، م.، حاجی مرادلو، ع. م.، دستار، ب. ۱۳۹۸. تعیین سطح مناسب پروتئین جیره غذایی بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بر اساس برخی از پارامترهای رشد، خون و بیوشیمیایی سرم در سیستم بیوفلوک. ماهی شناسی کاربردی ۷: ۸۴-۶۱.

جیره غذایی ماهی قرمز را توصیه می کند، هر چند که ممکن است استفاده از مقادیر بالاتر این آنزیم و یا شرایط به کارگیری متفاوت، دارای تأثیرات بهتری باشند، اما تأیید آن نیازمند پژوهش های تکمیلی خواهد بود. از سوی دیگر، استفاده از مکمل کمین بر نرخ بقای ماهیان قرمز اثرگذار نبود و کیفیت لاشه ماهیان و سطح فاکتورهای بیوشیمیایی خون آنها را تغییر نداد. انجام مطالعات تکمیلی برای تأیید ایمنی این مکمل برای ماهی قرمز در آینده توصیه می شود.

### تشکر و قدردانی

منابع مالی این پژوهش از محل پژوهانه شماره UOZ-GR 9618-147 معاونت پژوهشی دانشگاه زابل تامین شده است که به این وسیله تشکر و قدردانی می شود.

### منابع

اسعدی، ر.، ایمان پور، م.ر.، اصغری، م.، عنایت غلامپور، ط. ۱۳۹۱. اثرات جایگزینی تدریجی پودر ماهی با پودر سویا و مکمل آنزیم فیتاز بر قابلیت هضم و ترکیبات عناصر لاشه فیل ماهی جوان (*Huso huso*). دامپزشکی ایران ۸: ۵-۱۴.

افشار مازندران، ن.، رجب، ا. ۱۳۸۶. کاربرد آنزیم ها در تغذیه طیور. انتشارات نشر نوربخش، تهران، ۱۹۲ ص.

حسینی فرد، س.م.، قبادی، ش.، خدابخش، ا.، رازقی منصور، م. ۱۳۹۲. تأثیر جیره های حاوی سطوح مختلف آرد سویا همراه با مکمل آنزیمی آویزایم بر شاخص های هماتولوژی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل آلائی رنگین کمان. دامپزشکی ایران ۹: ۵۴-۴۳.

خسروانی زاده، ع.، سوداگر، م.، صالحی، ح.، عالیشاهی، ع.ر.، جعفری، م. ۱۳۹۶. استفاده از آنزیم تریپسین در جیره غذایی فیل ماهی (*Huso huso*) و اثرات آن بر رشد، ترکیب بدن، برخی فاکتورهای بیوشیمیایی خون و فعالیت تریپسین روده. محیط زیست جانوری ۹: ۲۱۸-۲۱۱.

زعفریان، آ.، یگانه، س.، اورجی، ح.، خلیلی، خ. ۱۳۹۵. بررسی اثرات گرسنگی و تغذیه مجدد بر روی متغیرهای خونی،

Aimin, W.A.N.G. 2006. Effect of amino acid balance on the growth and apparent

- digestibility of *Allogynogenetic crucian* carp. Journal of Anhui Agricultural Sciences 34: 4005-4007.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 2005. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> edition. AOAC, Gaithersburg, Maryland, 532 p.
- Bedford, M.R., Partridge, G.G. 2010. Enzyme in farm animal nutrition. 2<sup>nd</sup> edition. CAB Int., UK, 336 p.
- Burrin, J.M., Price, C.P. 1985. Measurement of blood glucose. Annals of Clinical Biochemistry 22: 327-342.
- Dabrowska, H., Grudniewski, H., Dabrowski, K. 1979. Artificial diets for common carp: effect of the addition of enzyme extracts. The Progressive Fish-Culturist 41: 196-200.
- Dabrowski, K., Glogowski, J. 1977. Studies on the role of exogenous proteolytic enzymes in digestion processes in fish. Hydrobiologia 54: 129-134.
- Farhangi, M., 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* (Walbaum). Aquaculture Research 38: 1274-1282.
- Forouhar Vajargah, M.F., Yalsuyi, A.M., Hedayati, A. 2018. Effects of dietary Kemin multi-enzyme on survival rate of common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to abamectin. Iranian Journal of Fisheries Sciences 17: 564-572.
- Ghomi, M.R., Shahriari, R., Faghani Langroudi, H., Nikoo, M., 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 20: 249-254.
- Hajati, H. 2010. Effects of enzyme supplementation on performance, carcass characteristics, carcass composition and some blood parameters of broiler chicken. American Journal of Animal and Veterinary Sciences 5: 155-161.
- Kermanshahi, H., Riasi, A. 2006. Effect of dietary dried *Berberis vulgaris* fruit and enzyme on some blood parameters of laying hens fed wheat soybean-based diets. International Journal of Poultry Science 5: 89-91.
- Kolkovski, S., Tandler, A., Izquierdo, M. 1997. Effects of live food and dietary digestive enzymes on the efficiency of microdiets for seabass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. Aquaculture 148: 313-22.
- Kumar, S., Sahu, N., Pal, A., Choudhury, D., Mukherjee, S. 2006. Non-gelatinized corn supplemented with  $\alpha$ -amylase at sub-optimum protein level enhances the growth of *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. Aquaculture Research 37: 284-292.
- Kumari, R., Gupta, S., Singh, A.R., Ferosekhan, S., Kothari, D.C., Pal, A.K., Jadhao, S.B. 2013. Chitosan nanoencapsulated exogenous trypsin biomimics zymogen-like enzyme in fish gastrointestinal tract. PLOS One 8: 74743-55.
- Leng, X., Liu, D., Li, X., Lu, Y. 2008. Effects of adding Protease AG on growth and digestive protease activities of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerling. Chinese Journal of Animal Nutrition 20: 1-7.
- 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*. Aquaculture Research 38: 1645-1653.
- Liu, W., Wu, J.P., Li, Z., Duan, Z.Y., Wen, H. 2018. Effects of dietary coated protease on growth performance, feed utilization, nutrient apparent digestibility, intestinal and hepatopancreas structure in juvenile Gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). Aquaculture Nutrition 24: 47-55.

- Mancini, M., Parillo, M. 1991. Lipid intake and atherosclerosis. *Annals of Nutrition and Metabolism* 35: 103-108.
- Metwally, M.A.A. 2009. Effects of garlic (*Allium sativum*) on some antioxidant activities in *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*). *World Journal of Fish and Marine Sciences* 1: 56-64.
- Mohammadbeygi, M., Imanpour, M.R., Taghizadeh, V., Shabani, A. 2012. The Application of exogenous-gluconase in barley-based diet and its Effects on some hematological parameters of common carp (*Cyprinus carpio*). *World Applied Sciences Journal* 20: 1466-1471.
- Murray, K., Rodwell, V., Bender, D., Botham, K.M., Weil, P.A., Kennelly, P.J. 2009. *Harper's illustrated biochemistry*. 16th edition. New York: McGraw-Hill, 588 p.
- 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.
- Patil, D., Singh, H. 2014. Effect of papain supplemented diet on growth and survival of post-larvae of *Macrobrachium rosenbergii*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 1: 176-179.
- Shi, Z., Li, X.Q., Chowdhury, M.K., Chen, J.N., Leng, X.J. 2016. Effects of protease supplementation in low fish meal pelleted and extruded diets on growth, nutrient retention and digestibility of gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. *Aquaculture* 460: 37-44.
- Shoemaker, C.A., Klesius, P.H., Lim, C., Yildirim, M. 2003. Feed deprivation of channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), influences organosomatic indices, chemical composition and susceptibility to *Flavobacterium columnare*. *Journal of Fish Diseases* 26: 553-561.
- Song, H.L., Tan, B.P., Chi, S.Y., Liu, Y., Chowdhury, M., Dong, X.H. 2016. The effects of a dietary protease-complex on performance, digestive and immune enzyme activity, and disease resistance of *Litopenaeus vannamei* fed high plant protein diets. *Aquaculture Research* 47: 1-11.
- Tacon, A.G.J. 1990. *Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp*. Washington DC, Argent Laboratories Press, 454 p.
- Zamini, A., Kanani, H., Esmaili, A., Ramezani, S., Zoriezahra, S. 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* 23: 187-192.