تأثیر مکمل چند آنزیمی بهزیم بر نرخ رشد متابولیکی، برخی از معیارهای تغذیه‌ای و ترکیبات بیوشیمیایی لاشه بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

میترا رایج، حجت الله جعفریان*، حسین آدینه، محمد هرسیج

گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.

*نویسنده مسئول: hojat.jafaryan@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۴

چکیده

مطالعه حاضر باهدف بررسی تأثیر مکمل چند آنزیمی بهزیم بر رشد و ترکیبات شیمیایی لاشه بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد. ۶۰۰ عدد بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۲±۱۸ گرم در غالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تیمار آزمایشی هرکدام با سه تکرار با تراکم ۵۰ عدد بچه ماهی در هر تکرار تقسیم شدند. تغذیه بچه ماهیان با جیره‌های غذایی تکمیل شده در سطوح صفر (شاهد) ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم مکمل چند آنزیمی بهزیم در هر کیلوگرم جیره غذایی به‌مدت ۴۵ روز انجام شد. نتایج از نظر میزان رشد و کارایی تغذیه تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد ($P>0/05$). در حالی‌که نتایج آنالیز لاشه حاکی از تأثیرات معنی‌دار مکمل چند آنزیمی بهزیم بر ترکیبات بدن بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان بود ($P<0/05$). کمترین میزان رطوبت (۰/۱۱±۷۰/۲۳) و خاکستر (۰/۰۸±۲/۲۵) و بالاترین میزان پروتئین (۰/۲۴±۱۹/۴۷) و چربی خام (۰/۱۰±۷/۵۶) در تیمار حاوی ۶۰۰ میلی‌گرم مکمل چند آنزیمی بهزیم ثبت شد. در مجموع نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از ۶۰۰ میلی‌گرم مکمل چند آنزیمی بهزیم به ازای هر کیلوگرم جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌تواند در بهبود ترکیبات بدن (میزان پروتئین لاشه) مؤثر واقع شود.

واژگان کلیدی: مکمل چند آنزیمی، غذادهی، رشد، ترکیبات بدن، قزل‌آلای رنگین‌کمان.

مقدمه

تغذیه یکی از گران‌ترین فاکتورها در آبزی‌پروری است و در بسیاری از گونه‌های پرورشی بیش از ۵۰٪ کل هزینه‌ها را شامل می‌شود (Alam *et al*., 2009). به‌منظور داشتن یک پرورش موفق، ایجاد تعادل بین اجزاء تشکیل‌دهنده جیره امری بسیار مهم و ضروری است (Ramos *et al*., 2017). توجه به جیره‌های بالانس شده باعث ارتقاء رشد، کاهش هزینه‌های تولید و کاهش ضایعات نیتروژنه در محیط‌زیست می‌گردد (Gatlin, 2010). این موضوع در خصوص ارزش تغذیه‌ای خوراک‌های فرموله شده با توجه به قابلیت هضم اجزاء تشکیل‌دهنده آن‌ها از اهمیت بسیاری برخوردار است. امروزه جیره‌های فرموله شده به‌وفور در دسترس هستند؛ اما اکثر آن‌ها دارای بیش از ۵۰ درصد اجزای غذایی مانند آرد ماهی هستند که باعث افزایش نسبتاً زیاد قیمت این جیره‌ها می‌گردد. با توجه به افزایش قیمت آرد ماهی در بازارهای جهانی و فشارهای نامناسب بر صید طبیعی ماهیان جهت برآورد نیاز بازار، تقاضا برای این ماده غذایی در بسیاری از گونه‌های قابل پرورش تبدیل به یک اولویت شده است (Ramos *et al*., 2017). یکی از راهکارهای ارائه شده استفاده از منابع پروتئینی مشتق شده از گیاهان مانند آمینواسیدها، طعم‌دهنده‌ها و آنزیم‌ها است (Gatlin *et al*., 2007).

آنزیم‌ها به‌عنوان نوعی پروتئین در سیستم‌های بیولوژیکی شناخته می‌شوند که جهت کاتالیز واکنش‌های شیمیایی استفاده می‌شود (Phadke *et al*., 2017). در واقع آنزیم‌ها کاتالیزورهای آلی هستند که باعث راه‌اندازی و یا تسریع واکنش‌های شیمیایی می‌شوند (Vajargah *et al*., 2018). هدف از کاتالیز واکنش توسط آنزیم‌ها تبدیل مواد پیچیده به مواد قابل‌هضم است (Phadke *et al*., 2017). استفاده از آنزیم‌ها در جیره غذایی باعث بهبود قابلیت

هضم مواد مغذی، بهبود هضم و جذب پروتئین و چربی، بهبود متابولیسم انرژی، افزایش غذای دریافتی و افزایش رشد، کاهش تأثیر مواد ضد تغذیه‌ای، کاهش ترشح آمونیاک و عملکرد بهتر ماهی و میگو می‌گردد (Phadke *et al*., 2017). استفاده از این ترکیبات باعث تخریب پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای (NSPs) موجود در جیره غذایی آبزیان و سایر حیوانات تک معده‌ای می‌شود (Khalafalla and El-Hais, 2013). اضافه کردن آنزیم به جیره غذایی ماهی منجر به بهبود کارایی غذا می‌گردد (Vajargah *et al*., 2018). با توجه به این‌که آنزیم‌ها از محصولات طبیعی تهیه می‌شوند، هیچ‌گونه آلودگی در آب ایجاد نمی‌کنند و از نظر سلامتی برای موجود مصرف‌کننده ایمن هستند (Phadke *et al*., 2017).

مکمل چند آنزیمی بهزیم دارای آلکالین پروتئاز و پپتیداز از خانواده پروتئاز به‌منظور هیدرولیز پروتئین‌ها، آلفا و بتا آمیلاز و همچنین CGTase از خانواده آمیلاز به‌منظور هیدرولیز نشاسته، گلوکونار، سلولاز، پکتیناز و زایلاناز از خانواده NPSase به‌منظور هیدرولیز پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای، کاهش ویسکوزیته و چسبندگی حاصل از پلی-ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای، فایتاز به‌منظور تجزیه اسید فیتیک و افزایش جذب فسفر و لیپاز به‌منظور هیدرولیز لیپیدها و چربی‌ها می‌باشد. پروتئازها باعث تجزیه پروتئین به اسیدهای‌آمینه و پپتیداز، کربوهیدرازها باعث تجزیه کربوهیدرات به قندهای ساده، لیپازها باعث تجزیه لیپید به اسیدهای چرب و گلیسرول و فایتاز به‌عنوان یکی از رایج‌ترین آنزیم‌ها در جیره ماهی باعث تجزیه فیتات می‌گردد و یک سوبسترای حاوی فسفر است (Phadke *et al*., 2017).

مطالعات مختلفی در خصوص استفاده از مکمل‌های چند آنزیمی در ماهیان انجام‌شده است (Vajargah *et al*., 2018). Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از مکمل چند آنزیمی کمین در جیره غذایی فیل‌ماهیان انگشت قد (*Huso huso*) گزارش دادند که این آنزیم می‌تواند در افزایش رشد و نرخ رشد ویژه ماهی مؤثر باشد. در مطالعه Vajargah و همکاران (۲۰۱۸) نیز نتایج مشابهی در استفاده از مکمل‌های چند آنزیمی در جیره غذایی کپور معمولی به‌دست آمد. با توجه به موارد ذکرشده مطالعه حاضر با هدف بررسی استفاده از سطوح مختلف مکمل چند آنزیمی بهزیم بر شاخص‌های رشد، کارایی تغذیه و ترکیبات شیمیایی لاشه بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد.

مواد و روش‌ها

عملیات اجرایی این پژوهش در زمستان سال ۱۳۹۵ در کارگاه خصوصی پرورش ماهیان قزل‌آلا (هامون) واقع در استان گلستان (در فاصله ۳۵ کیلومتری استان سمنان) انجام شد. در این آزمایش از ۴ حوضچه آبراهه‌ای (Race way) پس از تقسیم کردن هریک از آن‌ها به سه قسمت مساوی توسط قفس‌های فلزی ساخته‌شده در ابعاد ۱×۰/۶×۰/۶ مترمکعب به‌عنوان واحدهای آزمایش در نظر گرفته شد. ترتیب قرار گرفتن قفس‌ها به ترتیب در ابتدا، میانه و انتهای هر حوضچه بود. هر حوضچه به‌عنوان یک تیمار و هر قفس توری به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. دمای آب استخرها طول دوره آزمایش به‌طور میانگین ۱/۳۶±۱۴/۶ درجه سانتی‌گراد بود که به‌صورت روزانه سه مرتبه و قبل از غذادهی به بچه ماهیان اندازه‌گیری می‌شد.

جهت انجام آزمایش تعداد ۶۰۰ عدد بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۲±۱۸ گرم (انحراف معیار±میانگین) از یکی از مراکز تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (هراز، ایران) تهیه و در کیسه‌های نایلونی دولایه حاوی یک‌سوم آب و دوسوم اکسیژن به مخزن ۲۰۰۰ لیتری موجود در محل انجام آزمایش منتقل شدند. بچه ماهیان به مدت ۱۰ روز جهت سازگاری با شرایط جدید و جیره پایه نگهداری شدند. پس از گذشت دوره سازگاری

تعداد ۵۰ عدد بچه ماهی به شکل تصادفی در هر یک از قفس‌های توری ذخیره‌سازی شدند. در طول دوره آزمایش بچه ماهیان روزانه سه مرتبه (ساعات ۸:۰۰، ۱۴:۰۰ و ۲۰:۰۰) معادل ۵ درصد وزن بدن با استفاده از خوراک اکسترود پیش پرواری (FFT_1) ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ساخت شرکت تولیدی فرادانه تغذیه می‌شدند (جدول ۱).

به‌منظور آماده‌سازی جیره‌های غذایی، ابتدا میزان غذا و آنزیم مورد نیاز برای هر تیمار برای مصرف یک هفته توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد. مکمل آنزیمی پس از پودر شدن درون هاون چینی در مقدار مشخصی آب مقطر (۱۰۰ ml) حل و به‌صورت اسپری به غذای کنستانتره اضافه شد. سپس درون دستگاه میکسر غذا کنستانتره با مکمل آنزیمی به خونی همگن و مخلوط شد. پس از خشک شدن درون دستگاه خشک‌کن با دمای ۴۰°C به مدت ۵ ساعت (Ghosh *et al.*, 2003) جیره‌های غذایی در کیسه‌های پلاستیکی شماره‌گذاری شده بسته‌بندی و درون ظروف درب دار تا زمان مصرف در فریزر با دمای ۴°C- نگهداری شدند.

تیمارهای مورد استفاده در چهار سطح شامل گروه شاهد (فاقد هرگونه ماده افزودنی) و تیمارهای آزمایشی B1، B2 و B3 به‌ترتیب حاوی ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم مکمل آنزیمی در هر کیلوگرم جیره غذایی هرکدام با سه تکرار بود. اجزای تشکیل‌دهنده مکمل چند آنزیمی بهزیم در جدول ۲ ارائه شده است.

در پایان دوره آزمایش و پس از بیهوش کردن بچه ماهیان با ppm ۲۰۰ پودر گل میخک (محرابی، ۱۳۷۷) اندازه‌گیری وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال (مدل Kern مدل KB 360-3N) با دقت ۰/۰۱ گرم و اندازه‌گیری طول با استفاده از تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر انجام شد. بر اساس داده‌های حاصل از زیست‌سنجی و با استفاده از معادلات ریاضی مربوطه شاخص‌های رشد و تغذیه محاسبه شد (Bekcan *et al.*, 2006Dabrowski *et al.*, 1986; AOAC, 1990).

جدول ۱- ترکیبات تقریبی جیره پلت مورد استفاده جهت تغذیه بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان(شرکت فرادانه).

نوع ترکیب	درصد
رطوبت	۵-۱۱
پروتئین خام	۴۰-۴۴
چربی خام	۱۲-۱۶
فیبر خام	۲-۴
خاکستر	۷-۱۱
فسفر	۱-۱/۵

جدول ۲- اجزای تشکیل‌دهنده مکمل چند آنزیمی بهزیم.

نوع ترکیب	واحد در گرم
آلکالین پروتئاز	۱۰۰/۰۰۰
پپتیداز	۳۰/۰۰۰
آلفا و بتا آمیلاز	۵۰۰/۰۰۰
CGTase	۳۰۰/۰۰۰
گلوکاناز	۳۵/۰۰۰
سلولاز	۵۰/۰۰۰
پکتیناز	۴۰/۰۰۰
زایلاز	۴۵/۰۰۰
فیتاز	۱/۰۰۰/۰۰۰
لیپاز	۲۰/۰۰۰

افزایش وزن بدن (درصد) = [(میانگین وزن انتهای دوره به گرم– میانگین وزن ابتدای دوره به گرم) / میانگین وزن ابتدای دوره به گرم] ×۱۰۰

میانگین رشد روزانه (درصد) = [(وزن نهایی – وزن اولیه) / مدت مطالعه] ×۱۰۰

نرخ رشد ویژه (درصد در روز) = [(لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم- لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم) / زمان] ×۱۰۰

شاخص وضعیت = (میانگین وزن انتهای دوره به گرم / میانگین طول انتهای دوره به سانتیمتر^3)/ میانگین وزن انتهای دوره به گرم)) ×۱۰۰

نرخ رشد متابولیکی = (افزایش وزن(گرم) / [((۱۰۰۰/وزن اولیه (گرم))$^{۰/۸}$+ (۱۰۰۰/وزن نهایی(گرم))$^{۰/۸}$) / ۲] / تعداد روزهای مطالعه

ضریب تبدیل غذایی = مقدار غذای خورده شده (گرم) / افزایش وزن بدن (گرم)

نرخ کارایی غذا (درصد) = (افزایش وزن بدن به گرم) / مقدار غذای خورده شده به گرم) ×۱۰۰
نسبت کارایی پروتئین (گرم/گرم) = افزایش وزن بدن (گرم) / مقدار مصرف پروتئین (گرم)
میزان بهره‌برداری خالص از پروتئین = مقدار مصرف پروتئین بدست آمده (گرم) / مقدار پروتئین خورده شده (گرم)
نسبت کارایی چربی (گرم/گرم) = وزن به‌دست‌آمده (گرم) / مقدار چربی خورده شده (گرم)
ارزش تولید چربی = چربی ابقاء شده (گرم) / مقدار چربی خورده شده (گرم)
نسبت کارایی انرژی = وزن اضافه‌شده (گرم) / میزان انرژی دریافتی (کیلوژول)
کارایی ابقا انرژی (درصد) = ۱۰۰ × [(انرژی نهایی لاشه (گرم/ژول) × وزن نهایی ماهی) - انرژی اولیه لاشه (گرم/ژول) × وزن اولیه ماهی)] / انرژی خورده شده (گرم/ژول)
ذخیره نیتروژن لاشه = ۱۰۰ × [(درصد پروتئین نهایی لاشه×میانگین وزن نهایی) - (درصد پروتئین اولیه لاشه×میانگین وزن اولیه)] / زمان/ ۶/۲۵
میزان بهره‌برداری ظاهری از نیتروژن (درصد) = نیتروژن بدست آمده (گرم) / کل مقدار نیتروژن خورده شده (گرم)

جهت تعیین ترکیبات شیمیایی لاشه تعداد ۳ عدد بچه ماهی از هر تکرار به‌طور تصادفی صید و پس از جدا کردن سر، باله‌ها و پوست و همچنین خارج کردن امعاء و احشاء، لاشه سه مرتبه چرخ شده و تا زمان انجام آنالیزهای مربوطه (اندازه‌گیری درصد رطوبت، خاکستر، پروتئین خام و چربی خام) در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. آنالیز تقریبی ترکیبات شیمیایی لاشه با استفاده از روش‌های استاندارد AOAC (۲۰۰۵) و حداقل با سه تکرار انجام شد. درصد رطوبت از طریق خشک‌کردن نمونه‌ها در آون با دمای ۱۰۵°C به‌مدت ۱۲ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت، درصد خاکستر به‌وسیله سوزاندن نمونه‌ها در کوره با دمای ۵۵۰°C به‌مدت ۴ ساعت، میزان پروتئین خام با ضرب محتوای نیتروژن نمونه در ضریب ۶/۲۵ به روش کجلدال و میزان چربی خام به روش سوکسله تعیین شد(AOAC, 2005).

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها با انجام آزمون Kolmogrove-Smirnove، تفاوت احتمالی بین تیمارها از طریق مسیر تحلیلی آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (Own- Way ANOVA) و پس‌آزمون Duncan بررسی شد. جهت تعیین همبستگی بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده و سطوح مختلف مکمل آنزیمی از آزمون رگرسیون خطی استفاده شد. تمام آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۳ انجام شد.

نتایج

شاخص‌های رشد: اثرات سطوح مختلف مکمل چند آنزیمی بهزیم بر شاخص‌های رشد و تغذیه بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس نتایج هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های اندازه‌گیری شده بین تیمارهای مختلف آزمایشی مشاهده نشد($P>۰/۰۵$).

آنالیز لاشه: اثرات سطوح مختلف مکمل چند آنزیمی بهزیم بر سطوح تقریبی برخی از ترکیبات بدنی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در جدول ۴ ارائه‌شده است. نتایج حاکی از وجود اختلافی معنی دار در ترکیبات بدنی بچه ماهیان در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد بود ($P<۰/۰۵$). کمترین درصد رطوبت و بیشترین درصد پروتئین خام و چربی خام لاشه در تیمار حاوی ۶۰۰ میلی‌گرم مکمل آنزیمی در هر کیلوگرم جیره غذایی ثبت شد. بالاترین درصد رطوبت و کمترین درصد پروتئین خام و چربی خام لاشه نیز در گروه شاهد مشاهده شد. اندازه‌گیری درصد خاکستر نیز کاهش معنی‌داری در هر سه تیمار آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد نشان داد ($P<۰/۰۵$). کمترین درصد خاکستر در تیمار حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم مکمل آنزیمی در هر کیلوگرم

جدول ۳- مقایسه برخی از شاخص‌های رشد و تغذیه (انحراف معیار±میانگین) اندازه‌گیری شده در بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان.

شاخص	شاهد	تیمار		
		B1	B2	B3
وزن اولیه (گرم)	۱۸/۵۹±۲/۱۰^{a}	۱۸/۰۶±۲/۶۸^{a}	۱۸/۶۶±۱/۷۸^{a}	۱۸/۵۹±۱/۸۳^{a}
وزن نهایی(گرم)	۶۴/۳۹±۹/۰۴^{a}	۶۷/۸۳±۱۳/۶۶^{a}	۶۴/۶۹±۱۷/۳۳^{a}	۶۳/۰۹±۱۰/۲۶^{a}
افزایش وزن (درصد)	۲۵۷/۷۲±۵۰/۲۵^{a}	۲۷۶/۸۳±۷۵/۹۳^{a}	۲۵۹/۴۰±۹۶/۲۹^{a}	۲۵۰/۵۱±۵۷^{a}
میانگین رشد روزانه (درصد)	۵/۷۲±۱/۱۱^{a}	۶/۱۵±۱/۶۸^{a}	۵/۷۶±۲/۱۳^{a}	۵/۵۶±۱/۲۶^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۲/۸۱±۰/۳۱^{a}	۲/۸۹±۰/۴۸^{a}	۲/۷۴±۰/۷۳^{a}	۲/۷۵±۰/۴۲^{a}
نرخ رشد متابولیکی(گرم/کیلوگرم$^{۰/۸}$/روز)	۱۳/۴۸±۱/۵۲^{a}	۱۳/۹۱±۲/۳۵^{a}	۱۳/۱۵±۳/۵۶^{a}	۱۳/۲۰±۲/۰۶^{a}
فاکتور وضعیت	۱/۱۶±۰/۱۱^{a}	۱/۱۹±۰/۱۵^{a}	۱/۱۹±۰/۲۶^{a}	۱/۱۳±۰/۲۵^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۲۵±۰/۱۷^{a}	۱/۲۲±۰/۲۹^{a}	۱/۳۷±۰/۶۸^{a}	۱/۳۰±۰/۳۰^{a}
نرخ کارایی غذا (درصد)	۸۱/۰۹±۱۱/۳۹^{a}	۸۵/۴۲±۱۷/۲۱^{a}	۸۱/۴۷±۲۱/۸۳^{a}	۷۹/۴۶±۱۲/۹۲^{a}
نسبت کارایی پروتئین (گرم/گرم)	۱/۸۰±۰/۲۵^{a}	۱/۸۹±۰/۳۸^{a}	۱/۸۱±۰/۴۸^{a}	۱/۷۶±۰/۲۸^{a}
نسبت کارایی چربی (گرم/گرم)	۷/۵۰±۱/۰۵^{a}	۷/۹۱±۱/۵۹^{a}	۷/۵۴±۲/۰۲^{a}	۷/۳۵±۱/۱۹^{a}
نسبت کارایی انرژی (گرم/گرم)	۰/۰۴۸±۰/۰۱۲^{a}	۰/۰۵۰±۰/۰۱۰^{a}	۰/۰۴۸±۰/۰۱۲^{a}	۰/۰۴۶±۰/۰۰۷^{a}
میزان بهره‌برداری خالص از پروتئین (درصد)	۰/۲۳۹±۰/۰۱۶^{a}	۰/۲۶۰±۰/۰۲۴^{a}	۰/۲۴۴±۰/۰۳۳^{a}	۰/۲۴۸±۰/۰۲۲^{a}
ارزش تولید چربی (گرم/گرم)	۱/۵۵±۰/۰۸^{a}	۱/۷۴±۰/۰۷^{a}	۱/۶۱±۰/۱۷^{a}	۱/۶۲±۰/۱۴^{a}
کارایی ابقاء انرژی (درصد)	۰/۳۹±۰/۰۳^{a}	۰/۴۳±۰/۰۵^{a}	۰/۴۱±۰/۰۶^{a}	۰/۴۱±۰/۰۴^{a}
ذخیره نیتروژن لاشه (روز/میلی‌گرم)	۰/۳۰±۰/۰۲^{a}	۰/۳۳±۰/۰۳^{a}	۰/۳۱±۰/۰۴^{a}	۰/۳۱±۰/۰۲^{a}
میزان بهره‌برداری ظاهری از نیتروژن (درصد)	۰/۲۳±۰/۰۱^{a}	۰/۲۶±۰/۰۲^{a}	۰/۲۴±۰/۰۳^{a}	۰/۲۴±۰/۰۲^{a}

* حروف غیرمشابه در هر ردیف عمودی نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری هستند ($P<۰/۰۵$).

جدول ۴ - مقایسه میانگین ترکیبات بدنی بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان (درصد) در تیمارهای تغذیه‌شده با سطوح مختلف مکمل چند آنزیمی بهزیم در پایان دوره ۴۵ روزه پرورش(n=۳).

ترکیبات لاشه	ترکیب اولیه (درصد)	ترکیب نهایی لاشه			
		شاهد	B1	B2	B3
رطوبت (درصد)	۷۰/۹۸	۷۱/۱۱±۰/۱۵^{a}	۷۱/۱۸±۰/۰۳^{a}	۷۰/۶۹±۰/۵۲^{ab}	۷۰/۲۳±۰/۱۱^{b}
پروتئین خام (درصد)	۱۸/۷۹	۱۸/۵۳±۰/۳۱^{b}	۱۸/۷۰±۰/۲۶^{b}	۱۸/۷۸±۰/۵۵^{b}	۱۹/۴۷±۰/۲۴^{a}
چربی خام (درصد)	۷/۲۲	۷/۱۷±۰/۰۴^{b}	۷/۴۰±۰/۲۱^{ab}	۷/۳۷±۰/۰۶^{ab}	۷/۵۶±۰/۱۰^{a}
خاکستر (درصد)	۲/۲۴	۲/۵۳±۰/۰۷^{a}	۲/۳۵±۰/۱۶^{ab}	۱/۹۵±۰/۰۳^{c}	۲/۲۵±۰/۰۸^{b}

* حروف غیرمشابه در هر ردیف عمودی نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری هستند ($P<۰/۰۵$).

جیره غذایی ثبت شد. مطابق با نتایج آزمون پیرسون نیز بین درصد رطوبت (P=۰/۰۰۲؛ r=-۰/۷۸۸) و خاکستر لاشه (P=۰/۰۳۵؛ r=-۰/۶۱۲) لاشه و افزایش سطح مکمل آنزیمی همبستگی منفی و معنی‌دار و بین درصد پروتئین خام (P=۰/۰۱۲؛ r=۰/۶۹۴) و درصد چربی خام لاشه (P=۰/۰۰۵؛ r=۰/۷۵۱) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت.

بحث

نتایج به‌کارگیری آنزیم‌ها در جیره غذایی آبزیان اغلب نتایج متناقضی را در مقایسه با موجودات خشکی‌زی ارائه می‌دهد که این موضوع ممکن است تحت تأثیر متغیرهای مختلفی از قبیل گونه آبزی، نوع رژیم غذایی، نوع آنزیم مورد استفاده و روش به‌کارگیری آن در جیره غذایی قرار داشته باشد. ثابت شده است که استفاده از مکمل‌های چند آنزیمی در جیره غذایی آبزیان باعث افزایش کارایی دستگاه گوارش و بازده عمل گوارش می‌گردد که این موضوع به‌دلیل ویژگی کاتالیزوری آنزیم‌ها است. آنزیم‌ها می‌توانند غلظت مواد غذایی (بهم پیوستگی) را کاهش داده و با شکستن ترکیبات جذب آن‌ها را آسان‌تر نمایند (فروهر واجارگاه و همکاران، ۱۳۹۵)؛ اما نتایج مطالعه

حاضر نشان داد که به‌کارگیری مکمل چند آنزیمی بهزیم هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر عملکردهای رشد و کارایی تغذیه در بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان ندارد. این نتایج مشابه با نتایج سایر مطالعات در خصوص به‌کارگیری آنزیم در جیره غذایی گونه‌های مختلف آبزیان است (Stone *et al*., 2003; Ogunkoya *et al*., 2006; Farhangi and Carter, 2007; Yigit and Olmez, 2011; Dalsgaard *et al*., 2012; Ramos *et al*., 2017). این نتایج را می‌توان به شکستن ترکیبات تشکیل‌دهنده مکمل چند آنزیمی بهزیم به‌دلیل تخمیر میکروارگانیزم‌های موجود در دستگاه گوارش بچه ماهیان نسبت داد که باعث افزایش میزان ویسکوزیته هضم و در نتیجه کاهش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی می‌گردند. به‌طوری‌که با افزایش ویسکوزیته هضم شاهد کاهش نرخ هضم و جذب مواد مغذی خواهیم بود (Officer, 2000). Farhangi و Carter (۲۰۰۷) گزارش دادند که استفاده از آنزیم‌ها می‌تواند باعث بهبود عملکرد دستگاه گوارش در ماهی گردد. در تائید نتایج حاضر مرتضوی تبریزی و همکاران (۱۳۹۰) نیز با به‌کارگیری مکمل چند آنزیمی کمین و فایتاز در جیره غذایی ماهیان پرواری قزل‌آلای رنگین‌کمان هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد و تغذیه مشاهده نکردند. استفاده از مکمل چند آنزیمی Endofeed W نیز در جیره غذایی بچه ماهیان کپور معمولی تأثیر معنی‌داری بر افزایش پارامترهای رشد و تغذیه نداشت (Kazerani and Shahsavani, 2011). درحالی‌که در مطالعه قبادی و همکاران (۱۳۸۸) شاهد افزایش معنی‌دار شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه در بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت تأثیر جیره‌های غذایی تکمیل‌شده با مکمل آنزیم آویزایم بودند در مطالعه‌ای دیگر استفاده از سطوح ۰/۰۵، ۰/۱۰ و ۰/۱۵ گرم آنزیم تجاری Nutrasexylam© در جیره غذایی بچه ماهیان انگشت قد تیلاپیای نیل تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) نیز باعث افزایش معنی دار شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای تکمیل‌شده در مقایسه با گروه شاهد گردید (Khalafalla and El-Hais, 2013). Khalafalla و همکاران (۲۰۱۰) نیز با افزودن ۰/۵ و ۱ درصد از مکمل چند آنزیمی Amecozyme© به جیره غذایی شاهد افزایش معنی‌دار عملکردهای رشد در دو گونه از بچه ماهیان انگشت قد بودند. Ye و همکاران (۱۹۹۵) نیز با بررسی ۵ و ۱۰ گرم مکمل چند آنزیمی Premix EA-2 در جیره غذایی بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شاهد افزایش معنی‌دار عملکردهای رشد و تغذیه بودند. Zamini و همکاران (۲۰۱۴) نیز در مطالعه خود شاهد افزایش معنی‌دار پارامترهای رشد در استفاده از دو مکمل چند آنزیمی Natuzyme® و Hemicell® در جیره غذایی ماهی آزاد دریای خزر بودند. سایر مطالعات انجام‌شده نیز حاکی از تأثیرات مثبت مکمل‌های چند آنزیمی بر رشد، ترکیبات بیوشیمیایی خون و بلوغ ماهیان دارد (Vajargah *et al*., 2018). برخی گزارشات دیگر نیز نشان می‌دهد که اضافه کردن آنزیم در جیره غذایی یا هیچ‌گونه اثر معنی‌داری بر پارامترهای رشد و تغذیه نداشته و یا دارای تأثیرات منفی بوده است (Kazerani and Shahsavani, 2011).

پروسه هضم در ماهیان هنوز به‌طور کامل شناخته نشده است. آنزیم‌های هیدرولیز کننده پلی-ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای مانند β-گلوکاناز یا β-زایلاناز به‌ندرت در دسترس هستند و یا اصلاً وجود ندارند. فعالیت‌های سلولازی نیز در برخی از گونه‌های ماهیان مانند قزل‌آلای رنگین‌کمان (Kitamikado and Tachino, 1960)، خامه ماهی (*Chanos chanos*) (Chiu and Benitez, 1981) و کپور معمولی (Bondi and Spanhof, 1954) شناسایی نشده است که باعث سخت شدن تفسیر نتایج متضاد می‌گردد.

همچنین پیشنهاد شده است که آنزیم‌های تجاری حاوی کربوهیدراز همیشه تحت تأثیر فعالیت‌های پروتئازی هستند و این فعالیت پروتئازی

ممکن است در اثربخشی آنزیم‌های تجاری مؤثر باشد(Saleh *et al*., 2005). در حقیقت پروتئازهایی که در آماده‌سازی آنزیم بکار گرفته می‌شوند، ممکن است باعث هضم کربوهیدرات‌ها شود (Kazerani and Shahsavani, 2011).

استفاده از آنزیم‌ها برای مکمل سازی جیره‌های غذایی ممکن است منجر به آزادسازی گالاکتوز و زایلوز از پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای شوند (Kazerani and Shahsavani, 2011). بایستی توجه داشت که در اکثر گونه‌های ماهیان این کربوهیدرات‌ها غیرقابل تحمل است و مقادیر اضافی این مونوساکاریدها برای عملکرد و سلامت ماهی مضر است (Stone, 2003). به‌طوری‌که جیره‌های غذایی حاوی ۳۰ درصد گالاکتوز کاهش قابل ملاحظه‌ای در رشد و فعالیت‌های تغذیه‌ای ماهی کپور معمولی داشته است (Shikata *et al*., 1994).

بررسی ترکیبات بیوشیمیایی لاشه در مطالعه حاضر مشخص شد که استفاده از مکمل چند آنزیمی بهزیم در جیره غذایی بخصوص در سطوح بالا باعث کاهش معنی‌دار درصد رطوبت و خاکستر و افزایش معنی‌دار درصد پروتئین خام و چربی خام لاشه در بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌شود. در تضاد با این نتایج Khalafalla و El-Hais (۲۰۱۳) با بررسی سطوح مختلف آنزیم تجاری Nutrasexylam© در جیره غذایی بچه ماهیان انگشت قد تیلاپیای نیل اختلاف معنی‌داری در میزان ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر، عصاره اتری و انرژی خام لاشه در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نکردند. Ng و Chong (۲۰۰۲) نیز در مطالعه خود با بررسی اثر آنزیم تجاری Superzyme© در جیره غذایی هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری در ترکیبات بدنی هیبرید ماهی تیلاپیا (*Oreochromis* sp.) مشاهده نکردند. در توجیه نتایج به‌دست‌آمده به‌نظر می‌رسد استفاده از مکمل چند آنزیمی بهزیم در جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلا باعث می‌شود تا پروتئین در فرایند متابولیسم مسیر اصلی خود یعنی مسیر سنتز بافت را طی نموده و به شکل پروتئین ذخیره گردد (Mehrabi *et al*., 2012). افزایش معنی‌دار چربی خام لاشه نیز ممکن است به ۲ دلیل اتفاق افتاده باشد. اول این‌که تجمع بیشتر چربی در لاشه بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان ممکن است به‌علت افزایش قابلیت هضم چربی در بچه ماهیان تغذیه کرده از جیره‌های مکمل سازی شده باشد. در همین ارتباط Dalsgaard و همکاران (۲۰۱۲) نتایج مشابهی را در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان مشاهده کردند. دومین دلیل محتمل برای افزایش تجمع چربی در بافت لاشه بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌تواند به‌علت افزایش مواد آزادشده در نتیجه تخریب آنزیم از طریق انجام فرآیند تخمیر توسط میکروارگانیزم‌های موجود در دستگاه گوارش موجود میزبان باشد (Castillo and Gatlin, 2014). مطابق با یافته‌های Tocher و Glencross (۲۰۱۵) می‌توان این‌چنین بیان داشت که مشاهده چربی بالا در بافت نشان‌دهنده حضور انرژی بیش از حد در جیره غذایی است که می‌تواند منجر به کسب نتایج نامطلوب در وزن نهایی مورد انتظار و همچنین میزان پروتئین نهایی لاشه به‌عنوان اهداف اصلی در آبزی‌پروری شود؛ بنابراین نظارت بر جیره‌های غذایی هنگام استفاده از مکمل‌های آنزیمی به‌خصوص در ارتباط با میزان خروجی رشد ضروری به نظر می‌رسد (Ramos *et al*., 2017). ثابت‌شده است که استفاده از آنزیم در جیره غذایی باعث افزایش درصد خاکستر لاشه در گونه‌های مختلف آبزیان ازجمله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌گردد (Bano and Afzal, 2017). به‌نظر می‌رسد وجود مقادیر مناسب از مواد معدنی موجود در غذای اکسترود مورد استفاده برای تغذیه بچه ماهیان مانند فسفر، کلسیم و منیزیم که نقش مهمی در شکل‌گیری استخوان‌ها دارند، در محتوای مواد معدنی لاشه بچه ماهیان قزل‌آلا نیز تأثیرگذار باشد (Meyer *et al*., 1995). لازم به ذکر است دسترسی مداوم به غذا و جذب مواد معدنی و عناصر موجود در آن از

سوی موجود میزبان در میزان خاکستر لاشه تأثیرگذار است (Tacon *et al*., 2002). کاهش رطوبت در لاشه بچه ماهیان و یا به‌عبارت‌دیگر افزایش درصد ماده خشک، همسو با کاهش درصد خاکستر لاشه در تیمارهای تغذیه کرده از مکمل چند آنزیمی بهزیم می‌تواند دلیلی دیگر بر تأثیر مثبت مکمل آنزیمی بهزیم بر میزان رشد بچه ماهیان قزل‌آلا در مطالعه حاضر باشد، برخی از محققان معتقدند ماهیان دارای رشد خوب نسبت به ماهیان دارای رشد ضعیف، مقدار ماده خشک بالاتر و خاکستر کمتری را در ترکیبات شیمیایی لاشه نشان می‌دهند (Weatherup *et al*., 1997; Alvarez *et al*., 1998).

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان این‌چنین بیان داشت که استفاده از مکمل چند آنزیمی بهزیم در سطوح مورد مطالعه قابلیت تأثیرگذاری معنی‌داری بر عملکرد رشد و تغذیه در بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان نداشت؛ و نمی‌تواند به‌عنوان یک محرک رشد مناسب برای جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلا مورد توصیه قرار گیرد. درحالی‌که استفاده از این مکمل چند آنزیمی به‌خصوص در سطح ۶۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش درصد رطوبت و خاکستر و افزایش درصد پروتئین خام و چربی خام لاشه می‌گردد. پیشنهاد می‌شود با انجام آزمون‌های میکروبی دقیق تأثیر این مکمل آنزیمی روی فلورباکتریایی روده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان با قطعیت بیشتری در خصوص پتانسیل آن در جیره غذایی این گونه ابراز نظر نمود.

منابع

فروهر واجارگاه م.، محمدی یلسوئی ا.، رضایی ح. ۱۳۹۵. تأثیر استفاده از مولتی آنزیم ناتوزیم بر شاخص بقای ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در مواجهه با غلظت‌های مختلف سم آبامکتین. مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۵(۴): صفحات ۲۳-۱۳.

قبادی ش.، متین فر ع.، نظامی ش.ع.، 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، ۳(۲): صفحات ۲۲-۱۱.

مرتضوی تبریزی س.ج.، نجاتی م.، نوتاش ش.، میرزایی ح. ۱۳۹۰. تأثیر مقادیر مختلف مولتی آنزیم تغییرات آنزیم‌های کبدی و فاکتورهای عملکردی در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرواری. مجله پژوهش‌های بالینی دام‌های بزرگ (دامپزشکی)، ۵(۱): صفحات ۵۵-۴۹.

مهرابی ی. ۱۳۷۷. مطالعه مقدماتی اثر بیهوشی پودر گل درخت میخک (*Syzygium aromaticum*) روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان .مجله پژوهش و سازندگی، ۴۲: صفحات ۱۶۲-۱۶۰.

Alam M.S., Watanabe, W.O., Daniels, H.V. 2009. Effect of different dietary protein and lipid levels on growth performance and body composition of juvenile southern flounder, *Paralichthys lethostigma*, reared in a recirculating aquaculture system. *Journal of the World Aquaculture Society* 40(4), 513-521.

Alvarez M.J., Lopez-Bote C.J., Daiez A., Corraze G., Arzel L., Kaushik S.J., Boutista J.M. 1998. Dietary fish oil and digestible protein modify susceptibility to lipid peroxidation in the muscle of rainbow trout and sea bass. *British Journal of Nutrition* 80, 281-289.

AOAC. 1990. In: W Horwitz, (Ed). Official Methods of Analysis of Official analytical Chemists (AOAC).Vol.1, 15th ed. The Association Official Analytical Chemists, Washington DC. 1963 p.

AOAC. 2005. In: V. Arlington (Ed). Official methods of analysis 18th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 806-842 pp.

Bano N., Afzal M. 2017. Combined effect of acidification and phytase supplementation on calcium and phosphorus digestibility and body composition of Rohu (*Labeo rohita*). *Pakistan Journal of Zoology* 49(6), 2093-2101

Bekcan S., Dogankaya L., Cakirogullari G.C. 2006. Growth and body composition of

Kitamikado M., Tachino S. 1960. Studies on digestive enzymes of rainbow trout. I. Carbohydrases. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish* 26, 679-684.

Mehrabi Z., Firouzbakhsh F., Jafarpour A. 2012. Effects of dietary supplementation of synbiotic on growth performance, serum biochemical parameters and carcass composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 96, 474-481.

Meyer K., Schwartz J., Crater D., Keyes B. 1995. *Zingiber officinale* (Ginger) Used to Prevent 8-MOP Associated Nausea. *Dermatology Nursing* 74(4), 242-244.

Ng W.K., Chong K.K. 2002. The nutritive value of palm kernel meal and the effects of enzyme supplementation in practical diet for red hybrid tilapia (*Oreochromis* sp.). *Asian Fisheries Science* 15, 167-176

Officer D.I. 2000. Farm Animal Metabolism and Nutrition, CAB International. Edited by J D'Mello, Formerly of SAC (Scottish Agricultural College), Edinburgh. pp: 405-426.

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* 245, 466-475.

Phadke G.G., Murthy l.N., Pagarkar A.U. 2017. Application of enzymes in fish and shrimp feed and its importance in sustainable aquaculture. *Aqua Star* 2017, 25-27.

Ramos L.R.V., Pedrosa V.P., Mori A., de Andrade C.F.F., Romano L.A., Abreu P.C., Tesser, M.B. 2017. Exogenous enzyme complex prevents intestinal soybean mealinduced enteritis in *Mugil liza* (Valenciennes, 1836) juvenile. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* 89(1), 341-353.

Saleh F., Tahir M., Ohtsuka A., Hayashi K. 2005. A mixture of pure cellulase, hemicellulase and pectinase improves broiler performance. *British Poultry Science* 46, 602-606.

Shikata T., Iwanaga S., Shimeno S. 1994. Effects of dietary glucose, fructose, and galactose on hepatopancreatic enzyme activities and body composition in carp. European catfish (*Silurus glanis*) fed diet containing different percentages of protein. *The Journal of Aquaculture Bamidgeh* 58, 137-142.

Bondi A., Spanhof A. 1954. The action of the digestive enzymes of the carp. *British Journal of Nutrition* 8, 240-246.

Castillo S., Gatlin D.M. 2014. Dietary supplementation of exogenous carbohydrase enzymes in fish nutrition: a review. *Aquaculture* 435, 286-292.

Chiu Y.N., Benitez, L.V. 1981. Studies on the carbohydrases in the digestive tract of the milkfish, Chanos chanos. *Marine Biology* 61, 247-254.

Dalsgaard J., Velhac V., Hjermitslev N.H., Ekmann K.S., Fischer M., Klausen M., Pedersen P.B. 2012. Effects of exogenous enzyme on apparent nutrient digestibility in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets with high inclusion of plant-based protein. *Animal Feed Science and Technology* 171, 181-191.

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.

Gatlin III D.M., Barrows F.T., Brown P., Dabrowski K., Gaylord T.G., Hardy R.W., Herman E., Hu G., Krogdahl A., Nelson R., Overturf K., Rust M., Sealey W., Skonberg D., Souza E.J., Stone D., Wilson R., Wurtele E. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeeds: a review. *Aquaculture Research* 318, 551-579.

Gatlin III D.M., 2010. Principles of fish nutrition. Stoneville: Southern Regional Aquaculture Center, 5003. 8 p.

Ghomi M.R., Shahriari R., Langroudi F., 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.

Khalafalla M.M., El-Hais A.M. 2013. The influence of Nutrasexylam© Enzyme on growth, carcass composition and plasma indices of *Nile tilapia* fingerlings. *Journal of Fisheries and Aquaculture* 4(3), 143-147.

Fisheries Science 60, 613-617.
Stone D.A.J. 2003. Dietary carbohydrate utilization by fish. *Reviews in Fisheries Science* 11, 337- 369.
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*. *Aquaculture Research* 34, 135-147.
Tacon A.G.J., Cody J.J., Conqusst L.D., Divakaran S., Forster I.P., Decamp O.E. 2002. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquaculture Nutrition* 8(2), 121-137.
Tocher D.R., Glencross B.D. 2015. Lipids and Fatty Acids. In Lee, C-S, Lin C, Gatlin DM and Webster CD (Eds), Dietary Nutrients, Additives and Fish Health. Wiley Blackwell. pp: 47-94.
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(3), 564-572.
Weatherup R.N., Mc Cracken K.J., Foy R., Rice D., Mc Kendry J., Maris R.J., Hoey R. 1997. The effects of dietary fat on performance and body composition of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 151, 173-184.
Ye Y.T., Chen C.Q., Li X.P., Xiao L.R., Zheng Y.H. 1995. The effect of multi-enzyme premix EA-2 on the growth of Carp (*Cyprinus carpio*). *Acta Hydrobiologica Sinica* 19, 299-303.
Yigit N.O., Olmez M. 2010. Effects of cellulose addition to canola meal in tilapia (*Orereochromis niloticus* L.) diets. *Aquaculture Nutrition* 17, 494-500.
Zamini A.A., Gholipour Kanani H., Esmaeili, 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*). *Comparative Clinical Pathology* 23, 187-192.

Effect of supplementary Multi-Behzim on metabolic growth rate, some nutritional parameters and carcass composition of rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Juvenile

Mitra Raiej, Hojatollah Jafaryan*, Hossein Adineh, Mohammad Hrsij

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad-e Kavous, Gonbad-e kavous, Iran.
*Corresponding author: hojat.jafaryan@gmail.com
Received: 2018/9/17 Accepted: 2018/12/5

Abstract

This study was carried out to evaluate the effect of different levels of Multi-Behzime on growth performance and proximate composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juvenile. A total of 600 specimens with mean weight (±SD) of 18±2 gr were stocked as 50 fish per treatment in completely random design with four treatments each in in three replicates. Experimental diets containing four levels of the Multi-Behzim i.e. 200, 400 and 600 mg.kg^{-1} with a control fed for 45 days. The results showed no significant (P>0.05) differences in growth performance and feeding efficiency of fish fed with the experimental and control diets. Whereas whole body chemical composition of *O. mykiss* juveniles revealed significantly (P<0.05) lower moisture (70.23±0.11) and total ash (2.25±0.08) as well as higher crude protein (19.47±0.24) and crude lipid (7.56±0.10) content in 600 mg.kg^{-1} treatment. It could, therefore, be concluded that 600 mg Multi-Behzime enzyme per kg of diet can improve carcass quality of *O. mykiss* juvenile.

Keywords: Multi enzyme, Feeding, Growth, Body composition, *Oncorhynchus mykiss*.