"مقاله پژوهشی"

اثرات سطوح مختلف مولتی‌آنزیم کمبو برعملکرد رشد، فاکتورهای خونی و ایمنی بچه ماهیان استرلیاد (*Acipenser ruthenus*)

پادینا عطوفت شمسی[۱]، محمدرضا رحیمی‌بشر*[۱]، اکرم تهرانی‌فرد[۱]

۱.گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۴

چکیده

گونه استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) از ماهیان خاویاری و دارای ارزش تجاری و پرورشی بالایی است. دراین تحقیق درابتدا ۷۲ قطعه ماهی بامیانگین وزن اولیه ۴/۵۴±۸۸/۸۰ گرم در ۴ تیمار با ۳ تکرار در حوضچه‌های مدور فایبرگلاس با حجم مفیدآب ۱۰۰ لیتر رهاسازی شدند. غذا دهی به صورت روزانه با ۱۰ درصد وزن بدن ماهی با چهار جیره حاوی، صفر (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۷۵، ۱ گرم مولتی‌آنزیم کمبو در هرکیلوگرم غذا به مدت ۲ ماه صورت گرفت. زیست سنجی در ۵ مرحله انجام و نتایج نشان دادندکه میانگین رشد روزانه، رشد ویژه و ضریب چاقی بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشته، ولی میزان تغییرات رشدروزانه و رشد ویژه درمراحل پایانی با دیگرمراحل متفاوت بوده است. فاکتورهای خونی و ایمنی شامل گلبول سفید، هموگلوبین، هماتوکریت، MCH، نوتروفیل، لنفوسیت، کلسترول، پروتئین کل، آلبومین، ACH50، لیزوزیم، آمیلاز، ایمونوگلوبین کل و ایمونوگلوبین M از اختلاف معنی‌داری در بین تیمار ها برخوردار بودند. نتایج این تحقیق نشان دادندکه افزودن مولتی آنزیم کمبو به جیره غذایی بچه ماهیان استرلیاد به میزان یک گرم در یک کیلوگرم غذا می‌تواند بر فاکتورهای خونی و سیستم ایمنی این ماهی اثرات مثبت و معنیداری داشته باشد، ولی اثرات معنی‌داری بروی رشد این گونه را نشان نداده‌است.

کلمات کلیدی: مولتی آنزیم کمبو، ماهی استرلیاد، *Acipenser ruthenus*، خون، ایمنی، رشد.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). rahimibashar@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-13]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.9.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.31]

مقدمه

افزایش رشد و مقاومت به بیماری در ماهیان پرورشی دو عوامل مهم تاثیر گذار در صنعت پرورش آبزیان می‌باشند (Lin *et al*., 2007). البته شرایط محیط، تغذیه، و اعمال مدیریت نادرست سبب بروز استرس‌هایی شده و این مسئله با کاهش مقاومت، ایمنی و فاکتورهای رشد توام خواهد شد (فقانی و همکاران، ۱۳۹۲). به همین دلایل، استفاده از افزودنی ها بعنوان محرک‌های رشد و ایمنی هر روزه گسترش بیشتری یافته و محرک‌های طبیعی نسبت به محرک‌های مصنوعی باتوجه به مزیت‌های در دسترس بودن، آسیب کمتر برای محیط زیست و قیمت پایین تر بیشتر مد نظر است (Francis *et al*., 2001).گزارشات موفق متعددی در خصوص استفاده از این محرک‌ها در ماهیان مختلف درمنابع علمی یافت می شود (Harikrishnan *et al*., 2011). امروزه در اغلب کشورها، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها ممنوع و یا با محدودیت‌های شدیدی مواجه و ازترکیبات مختلفی مانند ویتامینها، آنزیمها و پربیوتیکها استفاده می-شود (فاطمی و میرزرگر، ۱۳۸۶). یکی از مواد جدیدتر مورد استفاده بعنوان مکمل غذایی در آبزی پروری آنزیم‌ها هستند که بر طبق واکنشهایی که سبب کاتالیزشدن آنها می‌شود طبقه بندی و برای بهبود وضعیت تغذیه‌ای به کار می‌روند و استفاده از آنها دربسیاری ازگونه ها ضرروی نیز به نظر می‌رسد (Cain and Garling, 1995). آنزیمها اولاتجزیه کننده عوامل ضد مغذی اندکه در هضم طبیعی اختلال ایجاد می کنند، دوم باعث افزایش قابلیت دسترسی به نشاسته، پروتئین ها ومواد معدنی داخل دیواره‌های سلول الیاف خام می شوندکه جانوران قادر به هضم آنها نیستند؛ سوم، موجب شکستن پیوندهای شیمیایی خاص در مواد خوراکی خام می‌شوند که قابل تجزیه به وسیله آنزیم های خود جانور نیست، و چهارم: به آنزیم‌های داخلی در ماهیان جوان کمک می‌کنند که بدلیل عدم بلوغ دستگاه گوارش، مقدار آنزیم‌های درونی شان کافی نیست (Castillo and Gatlin, 2015). یکی از راه‌های تشخیص اثرگذاری مکمل ها استفاده از علم خونشناسی است که علاوه بر مشخص کردن وضعیت فیزیولوژیک سلولهای خونی، راه مناسبی برای تشخیص و شناخت بیماریهای ماهی و به عنوان یک شاخص مهم سلامت در پرورش ماهیان بسیار حائز اهمیت (Alyakrinskyaya and Dolgova., 1984). سنجش پارامترهای خونی جهت تعیین احتیاجات غذایی، اجزای غذایی جدید و سایر افزودنی‌ها می‌توانند مفید واقع شوند (Affonso *et al*., 2002). در بین فاکتورهای خونی تعداد گلبول‌های سفید یکی از شاخص های مهم سلامتی ماهیان است و می‌توانند واکنش‌های ایمنی غیراختصاصی و ایمنی سلولی را در ماهیان تحریک کنند (Klontz, 1994).

مطالعات متعددی در ایران و دیگر نقاط دنیا برروی اثرات مکمل‌های آنزیمی و اسانس‌های گیاهی در آبزی پروری انجام گرفته که از آن جمله: صفری و همکاران (۱۳۸۹) با نگرشی جدید در تولید کنسانتره پروتئینی کانولا نشان دادند که با افزایش غلظت فیتاز مقدار فیتات کاهش و میزان پروتئین خام افزایش یافت. قاسمی پیربلوطی و همکاران (۱۳۹۰) اعلام نمودند که افزودن اسانس پونه، مرزه بختیاری و زرین گیاه به جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان به میزان یک درصد باعث تقویت سیستم ایمنی می‌شود. خراسانی‌نژاد وهمکاران (۱۳۹۷) با بکارگیری آنزیم گلوکاناز و آنزیم زایلاناز

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-13]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.9.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.31]

در جیره غذایی بر پایه ذرت، گندم و جو و اثرآنرا بر رشد و لاشه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نشان دادند. فقانی و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای با عنوان تاثیر آستاگزانتین طبیعی (*Haematococcus pluvialis*) بر شاخص‌های رشد، ترکیب آنالیز لاشه و کبد فیل ماهی جوان (*Huso huso*) به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های رشد مثل درصد افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین، شاخص وضعیت تفاوت‌های معنی داری بین تیمار شاهد و تیماهای آزمایشی دیده نشد. رئیسی و همکاران (۱۳۹۳) با مطالعه تأثیر اسانس گیاهان پونه کوهی(*Menth longifolia*)، مرزه معمولی *Satureja* (*hortensis*) و آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*) بر ایمنی غیراختصاصی ماهی استرلیاد نشان دادند که درصد نوتروفیل ها در برخی گروه‌های آزمون نسبت به گروه شاهد به خصوص در مورد آویشن شیرازی و مرزه معمولی افزایش معنی‌داری داشته است. Askarian و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی اثر باکتری های اسید لاکتیک بر رشد، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و میکروبی روده در ماهیان خاویاری ایرانی (*Acipenser persicus*) و فیل ماهی (*Huso huso*) نشان دادند که استفاده از آنزیم تاثیر مثبتی بر گوارش این ماهیان داشته است. Zamini و همکاران (۲۰۱۴) به مطالعه تاثیر سطوح مختلف مکمل آنزیمی ناتوزیوم و همی سل بر پارامترهای رشد و خون ماهی آزاد دریای خزر نشان دادند که ترکیب این دو آنزیم تاثیر بهتری نسبت به سایر ترکیبات دارد. Hasehem و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی اثر مکمل‌ها بر رشد و برخی شاخص-های فیزیولوژیک در ماهیان خاویاری سیبری (*Acipenser baerii*) نشان دادند که به طور متوسط وزن نهایی (BWI) ، نرخ رشد ویزه (SGR) و نرخ رشد روزانه (ADG) اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل برخوردار است. بازرگان پور و همکاران (۱۳۹۶) تأثیر سطوح مختلف مولتی آنزیم کمبو بر شاخص‌های خونی و ایمنی بچه ماهیان سفید را بررسی و تایید کردندکه این مولتی آنزیم باعث بهبود شاخص-های خونی و ایمنی اختصاصی و غیراختصاصی دراین ماهی شده است.

در این بین یکی از ارزشمندترین خانواده‌هایی که در سالهای اخیر توجه ویژه ای به پرورش انواع گونه های آن شده، تاسماهیان هستندکه تنها گونه از آنهاکه در آبهای شیرین (رودخانه) زندگی می‌کند استرلیاد می‌باشد. این گونه با توجه به امتیازاتی مانند عادت به شرایط پرورشی و دوره بلوغ جنسی کوتاه مدت از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده (Holcik,1989) و درکشورهای اتریش، آذربایجان، بلاروس، بوسنی، بلغارستان، چین، کرواسی، آلمان، مجارستان، قزاقستان، مولداوی، رومانی، فدراسیون روسیه، صربستان، اسلوونی و اوکراین پرورش داده می‌شود (Gessner *et al.*, 2010). باتوجه به اهمیت پرورشی این گونه، توجه به تغذیه و رشد آن بسیار ضروری به نظر رسیده و استفاده از مکمل-های غذایی برای رشد بهینه و سلا متی این گونه مد نظر قراردارد.

کمبو مولتی آنزیمی با عملکرد چندگانه است که دارای ۹ آنزیم متنوع شامل سلولاز، آمیلاز، پروتئاز قارچی، پروتئاز خنثی، پروتئاز قلیایی، زایلاناز، بتاگلوکاناز، همی سلولاز ولیپاز می‌باشد (نوبخت و همکاران، ۱۳۹۱). اهداف این تحقیق،

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-13]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.9.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.31]

بررسی اثراستفاده از سطوح مختلف مولتی آنزیم کمبو بر شاخص های رشد، فاکتورهای خونی- ایمنی و ارائه ودستورالعمل اجرایی جهت استفاده از مولتی آنزیم کمبو برای افزایش بازماندگی در مزارع تکثیر وپرورش ماهی استرلیادبوده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرکز تحقیقات علوم شیلاتی و فنون دریایی دکتر کیوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، واقع در شهر چمخاله در سال ۱۳۹۷ انجام گرفت. ۷۲ قطعه ماهی استرلیاد با میانگین وزن اولیه (۴/۵۴±۸۸/۸۰ گرم) انتخاب شدند. ۴ تیمار و هریک با ۳ تکرار (در هر تکرار ۶ قطعه ماهی رهاسازی شدند) در نظرگرفته شدند، که شامل تیمار۰ (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۷۵ و ۱ گرم مولتی‌آنزیم کمبودر هرکیلوگرم غذا بودند. مولتی‌آنزیم کمبو به غذای تجاری مخصوص ماهیان خاویاری تولید شرکت کوپنز هلند افزوده شدند. این غذا حاوی ۵۴ درصد پروتئین، ۱۸ درصدچربی، ۱ درصد فیبر خام، ۹ درصد خاکستر، ۱۴ درصد فسفر کل و ۴ درصد مواد نگهدارنده بود (جدول۱).

ماهیاهن در حوضچه‌های مدور فایبرگلاس با حجم مفید آب ۱۰۰ لیتر، مجهز به هواده و تخلیه آب مرکزی رهاسازی شدند. در طول دوره پرورش ۶۰ روزه، فاکاورهای فیزیکی و شیمیایی آب اندازه گیری شدند. بطوریکه دما ۰/۵±۲۱ درجه سانتی گراد، اکسیژن محلول ۰/۹±۷ میلی‌گرم درلیتر، سختی کل ۶۲۰ میلی-گرم درلیتر، pH ۸/۱ و قابلیت هدایت الکتریکی ۱۶۹۴ میکروموس بر سانتی‌مترمربع بود. همچنین در فواصل زمانی دو هفته یکبار ماهیان مورد زیست سنجی قرارگرفتند. سنجش طول ماهی بوسیله کولیس با دقت ۰/۰۰۱ سانتی‌متر و اندازه‌گیری وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال بادقت ۰/۰۰۱ گرم براساس انجام شد (Bisswas *et al*., 1993). غذا دهی به صورت روزانه برابر ۱۰ درصد وزن کل بدن ماهی (Vesal *et al*., 2016) انجام می گرفت.

محاسبه رشد روزانه (معادله۱)، ضریب رشد ویژه (معادله۲)، ضریب تبدیل غذایی (معادله۳) و ضریب چاقی (معادله۴) بر اساس پروتکل Merrifield وهمکاران (۲۰۱۰) صورت پذیرفت:

$$\text{رشد ویژه روزانه} = \frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه}}{\text{تعداد روزها}}$$

$$\text{ضریب رشد ویژه} = 100\times \frac{ln\text{وزن اولیه} - ln\text{ وزن نهایی}}{\text{تعداد روز}}$$

$$\text{ضریب تبدیل غذا} = \frac{\text{وزن خشک غذای مصرفی}}{\text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی}}$$

$$\text{ضریب چاقی} = 100\times \frac{\text{وزن کل ماهی}}{\text{طول کل ماهی}}$$

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-13]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.9.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.31]

در انتهای آزمایش، خون‌گیری ازطریق ساقه دمی صورت‌گرفت. ابتدا محل مورد نظر توسط پارچه خشک شد، سپس با سرنگ CC ۵ هپارینه به مقدارCC۲ از سمت جانبی و با زاویه ۴۵ درجه درون ورید ساقه دمی قرار و خون گرفته به ویال هپارینه منتقل شدند. لوله های هپارینه به مدت ۸ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ و خون از پلاسما جدا گردید. نمونه‌های خونی در کوتاه ترین زمان ممکن (زیر ۳ ساعت) ودر دمای زیر ۴ درجه سانتی‌گراد جهت بررسی فاکتورهای سلولی خونی (شمارش گلبول قرمز و سفید، اندازه‌گیری غلظت هموگلوبین و هماتوکریت) به آزمایشگاه انتقال داده شدند. شمارش گلبول‌ها بر اساس پروتکل Douglas and Wardrop (۲۰۱۰) انجام گرفت. برای تعریف روابط بین گلبولی از پروتکل Houston (۱۹۹۰) استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری با استاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳انجام گرفت. ابتدا نرمال بودن داده ها توسط آزمون Shapiro-Wilk بررسی شد. ازآزمون واریانس یکطرفه جهت مقایسه تیمارها و آزمون توکی برای مقایسه بین میانگین ها در سطح معنی‌داری ۰/۹۵ استفاده شد.

نتایج

بررسی شاخص‌های رشد در بچه ماهیان استرلیاد تغذیه شده با مولتی آنزیم کمبو در تیمارهای مختلف نشان داد که بیشترین میانگین رشد روزانه در تیمار اول (۰/۶۵۱ ± ۱/۰۱۳گرم) مشاهده شده ولی تفاوتها معنی‌دار نبودند (P>۰/۰۵). همچنین همانگونه که جدول ۲ نشان میدهدمیانگین وزن نهایی در تمامی تیمارهای آزمایشی روند افزایشی داشته ولی ضریب رشد ویژه تفاوت معنی داری بین تیمارها نداشته است. درصد بقاء نیز بالا بوده و تفاوت معنی دار آماری بین تیمارها مشاهده نشده است.

نتایج نشان دادندکه در بیشترین میانگین تعداد گلبول سفید،گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت در تیمار سوم بود (P<۰/۰۵). بیشترین میانگین MCH در تیمار اول، نوتروفیل در تیمار سوم و لنفوسیت در تیمار شاهد شد (P<۰/۰۵). اگرچه بیشترین میانگین MCV در تیمار اول، MCHC در تیمار دوم، مونوسیت در تیمار سوم، ائوزونوفیل در تیمار اول و سوم به مشاهده شد، ولی اختلاف‌ها معنی‌دار نبودند (P>۰/۰۵) (جدول۳).

بیشترین میانگین کلسترول در تیمار دوم، پروتئین کل، ACH50، آمیلاز، ایمونوگلوبین کل و ایمونوگلوبین M در تیمار سوم و لیزوزیم فعال در تیمار دوم و سوم مشاهده شد (P<۰/۰۵) (جدول ۴).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-13]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.9.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.31]

جدول ۲: میانگین شاخص‌های رشد بچه ماهیان استرلیاد درتیمارهای مختلف

شاخص / تیمار	شاهد	اول	دوم	سوم
میانگین وزن اولیه (گرم)	۸۷/۶۷±۱۴/۷۶	۹۳±۱۲/۱۰	۸۲/۸۹±۱۴/۱۳	۹۱/۱۷±۶۷
میانگین وزن نهایی (گرم)	۱۴۱/۳۵±۵۶/۳۸	۱۶۲± ۳۶/۳۶	۱۴۴ ± ۳۰/۴۵	۱۵۶/۱۴ ± ۳۳/۱۵
ضریب چاقی (٪)	۱/۲۶[a]	۱/۳۲[a]	۱/۴۱[a]	۱/۳۹[a]
ضریب رشد ویژه (٪)	۰/۸۹۰±۰/۵۰۱ [a]	۰/۹۲۴±۰/۵۷۴ [a]	۰/۹۲۰±۰/۵۰۰ [a]	۰/۸۷۷±۰/۴۹۳ [a]
ضریب تبدیل غذایی	۲/۰۲ ± ۰/ ۲۴	۲/۰۷ ± ۰/۱۴	۲/۸۳± ۰/۳۲	۳/۰۳ ±۰/ ۳۲
درصد بقاء (٪)	۸۸[a]	۹۴/۵[a]	۸۸[a]	۹۴/۵ [a]

حروف غیرمشترک نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمار ها می‌باشند (P<۰/۰۵).

جدول ۳: میانگین شاخص های خون بچه ماهیان استرلیاد درتیمارهای مختلف

شاخص / تیمار	شاهد	اول	دوم	سوم
گلبول قرمز (M/mm^3)	۸۶۰±۴۰[a]	۹۲۸/۳۳±۵۱/۹۲ [a]	۱۰۷۵±۷۴/۴۹ [b]	۱۱۲۰±۱۰۵/۸۳ [b]
گلبول سفید ($Cell/mm^3$)	۲۹۱۶/۶۷±۲۴۸/۳۲ [a]	۳۶۱۶/۶۷±۱۸۳/۴۸ [b]	۳۸۸۳/۳۳±۲۶۳/۹۴ [c]	۴۷۳۳/۳۳±۳۹۸/۳۳ [d]
هموگلوبین (g/dl)	۵/۷۱±۰/۳۱ [a]	۶/۲۸±۰/۳۶ [a]	۷/۱۶±۰/۴۱ [b]	۷/۳۵±۰/۴۷ [c]
هماتوکریت (٪)	۳۱/۱۶±۱/۷۲ [a]	۳۳/۸۳±۲/۳۱ [a]	۳۸/۳۳±۲/۲۵ [b]	۳۹/۶۶±۲/۵۰ [b]
لنفوسیت (٪)	۷۸/۱۶±۱/۴۷ [a]	۷۶/۶۶±۲/۰۶ [a]	۷۳/۳۲±۳۳	۷۱±۱/۸۹ c
نوتروفیل (٪)	۱۷/۶۶±۰/۵۱ [a]	۱۸/۸۳±۰/۷۵ [a]	۲۰/۵۰±۱/۸۷ [b]	۲۳/۳۳±۰/۸۱ [c]
ائوزینوفیل (٪)	۱±۰ [a]	۱/۵±۰/۷ [a]	۱/۰±۴/۵۴	۱/۵±۰/۷ [a]
(MCV) (فمتولیتر)	۳۶۱/۸۳±۹/۶۲ [a]	۳۶۳/۶۶±۶/۴۳ [a]	۳۵۶/۳۳±۵/۸۱[a]	۳۵۱/۸۳±۷/۶۷ [a]
(MCH) (پیکوگرم)	۶۶±۰/۸۹[a]	۶۷/۱۶±۰/۷۵ [b]	۶۶/۳۳±۱/۰۳ [a]	۶۵±۱/۴۱ [c]
(g/dl) (MCHC)	۱۸/۳۰±۰/۳۴ [a]	۱۸/۵۶±۰/۲۶ [a]	۱۸/۶۳±۰/۱۵ [a]	۱۸/۵۳±۰/۱۰ [a]

حروف غیرمشترک نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمار ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-13]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.9.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.31]

جدول۴: میانگین فاکتورهای ایمنی خون بچه ماهیان استرلیاد درتیمارهای مختلف

شاخص / تیمار	شاهد	اول	دوم	سوم
کلسترول سرم خون(mg/dL)	۹۴/۵±۸/۵۹ [a]	۱۰۱/۸۳±۱۴/۷۹ [a]	۱۰۳/۳۳±۸/۵۲[c]	۸۶/۵±۷/۰۶ [d]
تری گلیسرید سرم خون(mg/dL)	۵۶۸ ±۲۸/۲۷[a]	۶۰۷/۶۶ ±۱۴۳/۰۳[a]	۵۸۶ ± ۹۴/۰۱[a]	۵۶۰/۳۳±۵۹/۰۵[a]
آلبومین سرم خون(g/dL)	۱/۲۸± ۰/۱۱[a]	۱/۴۳± ۰/۰۸[ab]	۱/ ۳۵± ۰/۰۸[ab]	۱/۴۸± ۰/۰۷[c]
ACH50سرم خون(mg/dL)	۱۱۰/۱۶± ۷/۵۷[a]	۱۲۱/۸۳± ۶/۱۱[b]	۱۲۰/۶۶ ±۶/۷۷ [b]	۱۳۴/۸۳ ± ۵/۹۴[c]
پروتئین کل سرم خون(g/dL)	۲/۳۵±۰/۲۰[a]	۲/۶۵±۰/۲۱ [b]	۲/۶۸±۰/۲۲ [b]	۳/۲۵ ±۰/۱۸[c]
لیزوزیم فعال سرم خون(mg/dL)	۲۸/۸۳±۵/۲۳[a]	۴۰/۱۶±۸/۷۹ [b]	۴۸ ±۵/۸۳ [c]	۴۸ ±۵/۱۷ [c]
آمیلاز سرم خون(U/L)	۳۱/۳۳ ±۶/۷۷ [a]	۴۴/۵±۱۰/۴۸[b]	۴۴/۱۶± ۳/۸۶[b]	۷۳/۵۰±۱۸/۲۰[c]
ایمونوگلوبین کل سرم خون(g/dL)	۱۲/۲۵±۰/۲۸ [a]	۱۳/۳۵±۰/۶۸[a]	۱۳/۹۳±۰/۹۵[b]	۱۶/۸۵±۰/۶۳ [c]
ایمونوگلوبین ام کل سرم خون(g/dL)	۲۶/۶۶± ۲/۹۴[a]	۳۵ ± ۶/۶[a]	۴۹/۶۶ ± ۵/۷۵ [b]	۶۲/۱۶± ۶/۱۴[c]

حروف غیرمشترک نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمار ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-13]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.9.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.31]

بحث

مواد محرک ایمنی که در آبزیان مورد استفاده قرارگرفته‌اند شامل مواد سنتتیک مانند لوامیزول، مواد بیولوژیک مانند مشتقات باکتریایی، پلی ساکاریدها و فاکتورهای تغذیه ای، ترکیبات حیوانی و گیاهی و انواع آنزیمها می‌باشند (Cermelli *et al.*, 2008). درکنار این موضوعات فاکتورهای خونی نیزدر شناخت بیماری ها و تعیین سلامت آبزیان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Bahmani *et al.*, 2001). تحقیقات گذشته بیان کردند که جیره غذایی حاوی مولتی آنزیم‌ها نه تنها مواد مغذی ضروری را تامین می کند بلکه می‌تواند یکی از بهترین راهکارها برای حفظ سلامت آبزیان و افزایش مقاومت آنها دربرابر عوامل بیماری زا باشد (Gatlin, 2002). نتایج نشان دادند که شاخص‌های رشد همچون رشد روزانه، ضریب رشد ویژه و ضریب چاقی اختلاف معنی‌داری دربین تیمار های مختلف نسبت به یکدیگر ندارند، ولی زیست سنجی در بین دوره ها نشان داد که شاخص های رشد ویژه از اختلاف معنی داری بین دوره ها برخوردارند. در پژوهشی مشابه که فقانی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی تاثیر آستاگزانتین طبیعی (*Haematococcus pluvialis*) بر شاخصهای رشد، ترکیب آنالیز لاشه و کبد فیل ماهی جوان (*Huso huso*) پرداختند، در شاخص‌های رشد تفاوتهای معنی-داری بین تیمار شاهد و تیمارهای آزمایشی دیده نشد. همچنین طاعتی و تعادلی (۱۳۹۴) با تعیین عملکرد رشد و برخی از پارامترهای خونی و ایمنی ماهی کپور معمولی(*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح مختلف کارواکرول، آنتول و لیمونن اختلاف معنی داری با سایر تیمارها مشاهده نکردند. نتایج این تحقیق با یافته‌های این محققین همخوانی دارد. نتایج تحقیقات حاضر نشان داد که افزودن مولتی آنزیم کمبو به جیره غذایی بچه ماهیان استرلیاد بروی فاکتورهای خونی آنها موثر بوده و تعدادگلبول های قرمز، سفید و مقادیر هموگلوبین و هماتوکریت با افزایش میزان آنزیم روند افزایشی و مثبت داشته اند، که شاخص مناسبی از نظر سلامت ماهیان بوده است. همچنین فاکتورهای ایمنی مانندIgM، ACH50، لیزوزیم و آلبومین سرم خون این بچه ماهیان با افزودن مولتی آنزیم کمبو روندافزایشی داشته‌اند. همچنانکه افزودن مولتی آنزیم کمبو باعث افزایش قابل توجه سیستم ایمنی در بچه ماهیان ماهی سفیدشده، و موجب افزایش میانگین تعدادگلبول‌های قرمز و سفید و مقادیر هموگلوبین و هماتوکریت و لیزوزیم این ماهی گردیده است (بازرگان پورو همکاران، ۱۳۹۶). بررسی ها نشان می‌دهد که سیستم عامل مکمل در ماهیان قادر به تشخیص طیف وسیعتری از عوامل بیگانه در مقایسه با پستانداران است (Boshra Hu *et al.*, 2006). وهمکاران در سال ۲۰۱۵ بیان کردند که لیزوزیم یکی از اجزای اصلی سیستم دفاعی ایمنی بی مهرگان و مهره‌داران محسوب می‌شود. اگرچه نقش فزیولوژیکی آن دقیقا مشخص نیست اما در دفاع علیه میکروارگانیسم‌های مهاجم شرکت می کند. میزان این آنزیم در سرم خون و موکوس پوست ماهیان به طور چشمگیری بالامی باشد و افزایش لیزوزیم با افزایش این مولتی آنزیم شاخص مناسبی برای بالا رفتن سطح ایمنی بوده است. بررسی فاکتور های خونی در پژوهش حاضرنشان داد که گلبول سفید، هموگلوبین، هماتوکریت، MCH، نوتروفیل، لنفوسیت و هورمون-هایی همچون آلبومین، ACH50 ، لیزوزیم، ایمونوگلوبین کل و ایمونوگلوبین M از اختلاف معنی داری در بین تیمار ها برخوردار بودند. علیشاهی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-13]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.9.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.31]

وهمکاران (۱۳۹۱) با مقایسه اثر برخی محرک های ایمنی شیمیایی - گیاهی در ماهی اسکار توسط سه عصاره گیاهان سرخارگل، آویشن و کندر به این نتیجه رسیدند که تعداد گلبول های سفید، میزان هماتوکریت، هموگلوبین و نیز غلظت هموگلوبین گلبولی (MCHC) در تیمارهای مختلف نسبت به گروه شاهد افزایش یافته، در صورتی که تعداد گلبول های قرمز، حجم متوسط گلبولی (MCV) و میزان هموگلوبین گلبولی(MCH) تحت تاثیرهیچکدام ازمواد مورد آزمایش قرارنگرفتند. دلیل بالا رفتن سطح فاکتورهای مهم خونی که نقش اساسی در ایمنی خون بچه ماهیان دارند را می‌توان به نقش عصاره گیاهان دارویی دانست که سبب تحریک اجزاء ایمنی غیراختصاصی از جمله سیستم عامل مکمل و لیزوزیم می‌شوند.

دراین پژوهش میزان گلبول‌های قرمز خون بچه ماهیان استرلیاد تغذیه شده با مولتی آنزیم کمبو با مصرف مقدار بالاتری از مولتی آنزیم افزایش یافت و در تیمار های بالاتر مقدار ایمنی بیشتری مشاهده گردید، که می تواند نشان دهنده بهبود کیفیت اکسیژن رسانی در سوخت و ساز باشد (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹). با افزایش مقادیر مولتی آنزیم کمبو میزان هماتوکریت نیز افزایش یافت؛ در واقع هماتوکریت تابعی از گلبول قرمز بوده (Tangestani *et al.*, 2011) و رابطه مستقیمی بین افزایش گلبول قرمز و هماتوکریت وجود دارد. میزان نوتروفیل خون بچه ماهیان استرلیاد اختلاف معنی‌داری را درتیمارها نشان داد، عمده ترین فعالیت نوتروفیل عمل فاگوسیتوز بوده که نقش بالایی در سطح ایمنی هومورال دارد. لنفوسیت ها گسترده ترین یاخته‌های خونی هستندکه با تولید پادتن (آنتی بادی) فعالیت در ایمونوگلوبین خون را برعهده دارند. مهمترین Ig در ماهی‌ها IgM است که توانایی ایمنی اختصاصی در برابر Hنتی ژن‌های خاص را دارد (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹). همانطور که نتایج این پژوهش نشان می‌دهد بیشترین میانگین ایمونوگلوبین ام در تیمار سوم مشاهده و اختلاف معنی داری را در بین ایمونوگلوبین ام تیمارها نسبت به یکدیگر وجود داشت.

در نتیجه گیری کلی باید بیان کرد که مولتی آنزیم کمبو در فاکتورهای رشد بچه ماهیان استرلیاد تاثیر معنی‌داری نداشته، ولی باعث بالا رفتن سطح ایمنی این ماهی شده است. بنابراین استفاده از مولتی آنزیم کمبو در مراحل رشد لاروی ماهی استرلیاد می‌تواند به مقاومت و ایمنی آن کمک کرده و درصدموفقیت پرورش آن را افزایش دهد.

سپاسگزاری

از مدیریت و کارکنان محترم مرکز تحقیقات علوم دریایی و شیلاتی دکتر کیوان بندر چمخاله دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان که تمامی مراحل انجام این تحقیق در آن مرکز انجام گرفته، همچنین از آقای شهریار تقی‌پور کوه‌بنه جهت پیشبرد اهداف علمی این پژوهش کمال تشکر و سپاسگزاری را داریم.

منابع

۱. بازرگان پور، ک.، رحیمی بشر، م.ر.، زمینی، ع.، ۱۳۹۶. تأثیر سطوح مختلف مولتی آنزیم کمبو بر شاخصهای خونی و ایمنی بچه ماهیان سفید (*Rutilus kutum*). مجله زیست شناسی دریا، ۹(۳۵)، ۲۲-۱۳.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-13]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.9.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.31]

۲. خراسانی نژاد، م.، طاعتی، ر.، عبداله‌پور بی‌ریا، ح.، ۱۳۹۷. مقایسه سطوح مجزا و توام مولتی آنزیم های تجاری بر کارایی تغذیه و ترکیب شیمیایی لاشه ماهی کپور معمولی. مجله تحقیقات دامپزشکی، ۷۴(۱)، ۷۵-۳۴.

۳. صفری، ا.، فرهنگی، م.، کارتر، ک.، یخچالی، ب.، شورنگ، پ .، ۱۳۸۹. هیدرولیز in vitro محصولات کانولای (*Brasscia napus*) فرآوری شده منتخب با غلظت های مختلف آنزیم فیتاز و شستشو با محلول متانول آمونیاکی. مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی، ۱، ۹۰-۶۹.

۴. علیشاهی، م.، سلطانی، م.، مصباح، م.، زرگر، ا.، ۱۳۹۱. اثرات تحریک ایمنی و رشد لوامیزول، ارگوسان و سه عصاره گیاهی در ماهی کپور معمولی *Cyprinus carpio*، مجله تحقیقات دامپزشکی، ۲، ۱۴۲-۱۳۵.

۵. فاطمی، س.ا.، میرزرگر، س.س.، ۱۳۸۶. فارماکولوژی کاربردی ماهیان، نوشته: تروس براون، ک.م. انتشارات دانشگاه تهران، ۶۵۶ صفحه.

۶. فقانی، ط.، سلطانی، م.، شمسایی، م.، متین‌فر، ع .، ۱۳۹۲. تاثیر آستاگزانتین طبیعی (*Haematococcus pluvialis*) بر شاخص‌های رشد، ترکیب آنالیز لاشه و کبد فیل ماهی جوان (*Huso huso*)، مجله پژوهشی زیست شناسی دریا، ۱، ۷۸-۶۹.

۷. قاسمی پیر بلوطی، ع.، پیرعلی، ا.، پیشکار، غ.، جلالی، م.ع.، رئیسی، م.، جعفریان، م.، حامدی، ب.، ۱۳۹۰. اثر اسانس چند گیاه دارویی بر سیستم ایمنی ماهی قزل-آلای رنگین‌کمان. مجله داروهای گیاهی ۲، ۱۵۵-۱۴۹.

۸. طاعتی، ر.، تعادلی، نوعی، ح.، ۱۳۹۴. تعیین عملکرد رشد و برخی از پارامترهای خونی و ایمنی ماهی کپور معمولی(*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح مختلف کارواکرول، آنتول و لیمونن، مجله پژوهشی زیست شناسی دریا، ۲۵، ۴۲-۳۵.

۹. کاظمی، ر.، پوردهقانی، م.، یوسفی جوردهی، ا.، یارمحمدی، م.، نصری تجن، م.، ۱۳۸۹. فیزیولوژی دستگاه گردش خون آبزیان و فنون کاربردی خون شناسی ماهیان. انتشارات بازرگان. صفحه۱۹۴.

۱۰. نوبخت، ع.، مهینی، ف.، خدایی، ص.،۱۳۹۱. بررسی اثر استفاده از آنزیم‌های تجاری بر عملکرد و کیفیت لاشهٔ جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره های بر پایهٔ گندم، و جو.، نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران، ۱، ۳۸-۳۱.

11. Affonso, E. G., Polez, V., Correa, C., Mazon, A., Araujo, M., Moraes, G., Rantin, F. T., 2002. Blood parameters and metabolites in the teleost fish *Colossoma macropomum* exposed to sulfide or hypoxia. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 133(3), 375-382.
12. Alyakrinskyaya, I., Dolgova, S., 1984. Hematological features of young sturgeons. Vopr Ikhtiol, 4, 135-139.
13. Askarian, F., Kousha, A., Salma, W., Ringø, E., 2011. The effect of lactic acid bacteria administration on growth, digestive enzyme activity and gut microbiota in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) and beluga (*Huso huso*) fry. Aquaculture Nutrition, 17(5), 488-497.
14. Bahmani, M., Kazemi, R., Donskaya, P., 2001. A comparative study of some hematological features in young reared sturgeons (*Acipenser persicus* and *Huso huso*). Fish Physiology and Biochemistry, 24(2), 135-140.
15. Bedford, M. R. and Classen, H. L., 1992. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is effected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-13]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.9.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.31]

chicks. The Journal of nutrition, 122(3),560-569.
16. Bisswas, S., 1993. Manual of methods in fish biology: South Asian Publishers. 420 P.
17. Boshra H., Li J. and Sunyer, J.O., 2006. Recent advances on the complement system of teleost fish. Fish & shellfish immunology, 20,14-20.
18. Cain, K. D., Garling, D. L., 1995. Pretreatment of soybean meal with phytase for salmonid diets to reduce phosphorus concentrations in hatchery effluents. The Progressive Fish-Culturist, 57(2), 114-119.
19. Castillo, S., Gatlin, D. M., 2015. Dietary supplementation of exogenous carbohydrase enzymes in fish nutrition: a review. Aquaculture, 435, 286-292.
20. Cermelli, C., Fabio, A., Fabio, G. and Quaglio P., 2008. Effect of Eucalyptus Essential Oil on Respiratory Bacteria and Viruses. Current Microbiology, 56, 89-92.
21. Douglas, J. W., Wardrop, K. J., 2010. Schalm's veterinary hematology. Black Well, Philadelphia and Baltimore. 1232 P.
22. Francis, G., Makkar, H., Becker, K., 2001. Effects of *Quillaja saponins* on growth, metabolism, egg production and muscle cholesterol in individually reared Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 129(2), 105-114.
23. Gatlin D.M., 2002. Nutrition and fish health. In: Fish Nutrition, 3rd edn (ed. by J.E. Halver & R.W. Hardy), pp. 671–702. Academic Press, San Diego, CA.
24. Gessner, J., Freyhof, J., Kottelat, M., 2010. *Acipenser ruthenus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010 e. T227A13039007.
25. Harikrishnan, R., Balasundaram, C., Heo, M.-S., 2011. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. Aquaculture, 317(1), 1-15.
26. Houston, A., 1990. Blood and circulation. Methods for fish biology, 415-488.
27. Hu, K., Zhang, J. X., Feng, L., Jiang, W. D., Wu, P., Liu, Y. and Zhou, X. Q., 2015. Effect of dietary glutamine on growth performance, non-specific immunity, expression of cytokine genes, phosphorylation of target of rapamycin (TOR), and anti-oxidative system in spleen and head kidney of Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). Fish physiology and biochemistry, 41(3), 635-649.
28. Klontz, G., 1994. Fish hematology. Techniques in fish immunology, 3, 121-131.
29. Lin, S., Mai, K., Tan, B., 2007. Effects of exogenous enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus* x O. aureus. Aquaculture research, 38(15), 1645-1653.
30. Merrifield, D.L., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S.J., Baker, R.M.T., Bøgwald, J., Castex, M., Ringø, E., 2010. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. Aquaculture, 302(1-2), 1-18.
31. Tangestani R., Alizadeh Doughikollaee E., Ebrahimi E. and Zare P., 2011. Effects of Garlic essential oils an Immunostimulant on Hematological indices of juvenile beluga (*Huso huso*). Journal of Veterinary Research, 66(3), 209- 216.
32. Vesal, S.E., Mooraki. N. and Vosooghi, A., 2016. Effect of dietary fish oil on growth responses of severum *(Heros severus)*.AACL Bioflux, 9(1), 81-90.
33. Zamini, A., Kanani, H. G., 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(1), 187-192.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-13]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.9.4]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.31]