اثرات استفاده از مولتی آنزیم آپسوزایم و بتائین در جیره بر برخی شاخص‌های خونی و ترکیب لاشه در فیل‌ماهی (*Huso huso*)

- **محمد همایونی***: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران
- **رقیه صفری**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران
- **محمدرضا ایمانپور**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران
- **فاطمه کیاپور**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران
- **حبیب‌الله سنچولی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران
- **بهاره شکوهیان**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۸

چکیده

در این آزمایش اثر مولتی‌آنزیم آپسوزایم و بتایین به‌صورت مجزا و ترکیبی بر برخی شاخص‌های خونی و ترکیب لاشه در فیل‌ماهی (*Huso huso*) مورد بررسی قرار گرفت. بدین‌منظور، ۱۲۶ قطعه فیل‌ماهی با میانگین وزنی ۳±۳۲گرم به‌مدت ۸ هفته با جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف ۰، ۱ و ۱/۵ درصد بتایین به‌صورت ترکیبی با سطوح ۲۵۰،۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم آپسوزایم بر کیلوگرم غذا تغذیه شدند. در انتهای دوره شاخص‌های بیوشیمیایی خون و سنجش ترکیب لاشه ماهیان براساس روش‌های رایج خون‌شناسی و سنجش ترکیب لاشه اندازه‌گیری شدند. براساس نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها تعداد گلبول‌های سفید اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان داد (P<۰/۰۵). اگرچه در تیمارهای مجزای آپسوزایم و مولتی‌آنزیم اختلافی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد، اما در تیمارهای ترکیبی افزایش معنی‌دار تعداد گلبول‌های سفید مشاهده گردید (P<۰/۰۵). تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، MCV، MCH و MCHC اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای مختلف نشان نداد (P>۰/۰۵). داده‌های سنجش لاشه نشان داد که از نظر درصد چربی، پروتئین، خاکستر و رطوبت اختلاف معنی‌داری در تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از بتائین و مولتی آنزیم آپسوزایم تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون و ترکیب لاشه فیل‌ماهی ندارد.

کلمات کلیدی: آپسوزایم، بتایین، فیل‌ماهی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mohammadhomayouni7292@gmail.com

مقدمه

امروزه پرورش ماهی سهم زیادی در تأمین منابع انرژی و پروتئینی مورد نیاز انسان دارد. در این رابطه ماهیان خاویاری از جهات مختلف دارای اهمیت ویژه‌ای هستند.کاهش ذخایر ماهیان خاویاری در زیستگاه‌های طبیعی از یک سو و پیشرفت علوم در زمینه تکثیر مصنوعی و تولید انبوه بچه‌ماهیان انگشت‌قد خالص یا دورگه از سوی دیگر، امکان توسعه پرورش آن‌ها را در مزارع بسیاری از کشورهای جهان فراهم ساخته و به‌تدریج می‌رود تا کشت و پرورش ماهیان خاویاری در مزارع پرورش، جانشین صید آن‌ها از دریا گردد. فیل‌ماهی با نام علمی (*Huso huso*) از مشهورترین ماهیان خاویاری جهان بوده و خاویار آن ممتاز، درشت و بسیار گرانبهاست. فیل‌ماهی از ماهیان سریع‌الرشد بوده و در اولین سال زندگی خود رشد سریعی نسبت به گونه‌های دیگر دارد. هم‌چنین در میان تاس‌ماهیان، فیل‌ماهی پر زاد و ولدتر از سایر گونه‌های این خانواده است . لذا پرورش این ماهی در میان ماهیان خاویاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (Rosental، ۲۰۰۰). جهت بهبود وضعیت تغذیه ماهی استفاده از آنزیم‌های تجاری ضروری می‌باشند (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۵). آنزیم‌ها دسته‌ای از ترکیبات طبیعی هستند که موجب افزایش سرعت و بازده انواع فرآیندهای شیمیایی یا متابولیکی در جانداران می‌شوند (Mazandarani و همکاران، ۲۰۰۹).مولتی‌آنزیم‌ها ترکیبی از چندین نوع آنزیم هستند. بر انواع مختلفی از ترکیبات غذایی مؤثر هستند و باعث افزایش جذب آن‌ها می‌گردند، آپسوزایم از این نوع ترکیبات است (Bela و Prasad، ۲۰۰۸). مولتی‌آنزیم آپسوزایم نتیجه روند تخمیری در محیط کشت جامد قارچ آسپرژیلوس نایجر به‌دست می‌آید که به‌طور غالب حاوی آنزیم زایلاناز و بتاگلوکاناز می‌باشد، ترکیب آپسازایم شامل اندو- بتا گلوکاناز، اندو- بتا زایلاناز، آلفاگالاکتوزیداز، بتاماناناز می‌باشد. ترکیبات آنزیمی فرعی در این محصول عبارتند از: سلولاز، همی‌سلولاز، آلفا گالاکتوزیداز، بتاماناناز و انواع پروتئازها (حاجاتی و صفایی، ۱۳۹۶). استفاده از جاذب‌های غذایی در جیره می‌تواند تا حد زیادی مفید واقع شود، بتائین۶ با ساختار شیمیایی ویژه به‌عنوان یک ماده جاذب در جیره غذایی بسیاری از آبزیان استفاده می‌شود (Eklund و همکاران، ۲۰۰۵). بتائین به‌عنوان متیل دهنده، به‌نوبه خود برای سنتز متیونین، کارنیتین،فسفاتیدیل کولین و کراتین، که نقش کلیدی را در متابولیسم پروتئین و انرژی دارند، عمل می کند (Polat و Beklevik، ۱۹۹۸) و در نهایت، به‌عنوان یک تسهیل کننده سوخت‌وساز چربی در بدن نظر گرفته می‌شود(Wu و Davis، ۲۰۰۵).بتائین به‌دلیل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی (ماده طبیعی و تحمل بالای درجه حرارت)، عملکردهای زیستی (خاصیت متیل دهندگی، حمایت کننده اسمزی) و افزایش خوش‌خوراکی غذا، به‌عنوان جاذب و تحریک غذاگیری در آبزی‌پروری مورد استفاده قرار گرفته است (Harpz، ۱۹۹۶). ثابت شده است که بتائین ازجمله موادی است که در بسیاری از ماهیان سبب افزایش رشد و بقاء می‌شود(Niroomand و همکاران، ۲۰۱۱). از آن‌جایی که تاکنون در مورد اثرات ترکیبی بتائین و مولتی آنزیم آپسوزایم بر فاکتورهای ایمنی و ترکیب لاشه فیل‌ماهی صورت نگرفته است، این‌مطالعه با هدف یاد شده انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت تصادفی در تیرماه ۱۳۹۶ در نه تیمار و سه تکرار در سالن تحقیقات آبزی‌پروری شهیدناصر فضلی‌برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. ماهی‌ها از مرکز تکثیر شهیدرجائی تهیه و به مرکز آبزی‌پروری آورده شدند. فیل‌ماهی (*Huso huso*) پس از مواجهه با حمام نمک ۲٪در ۱۸ونیرو، با میانگین وزنی ۵±۲۰ به تعداد ۷ قطعه در هر ونیرو معرفی شدند. دما در۳±۲۲درجه سانتی‌گراد تأمین شد. آب آزمایشگاه از آب شهری تأمین می‌شدکه پس از ریخته شدن در مخازن ذخیره آب به‌مدت ۲۴ ساعت هوادهی شد تا کلرزدایی شود. جهت سازگار کردن ماهی‌ها به‌مدت یک هفته جیره غذایی بدون آنزیم و جاذب داده شد. جهت اندازه‌گیری میزان غذای مورد نیاز ماهیان هر چهار هفته یک‌بار ماهیان زیست‌سنجی شدند که در کل دوره غذای داده شده ۳٪ بیوماس موجود بود. در طی کل آزمایش تلفات و یا نشانه‌های بیماری در ماهیان دیده نشد. بتائین مورد استفاده به‌صورت پودری و توسط شرکت‌بیوشم‌آلمان (Scholary groups Biochem، ۲۰۰۳) و آپسوزایم مورد استفاده (آپسوزایم، بیوپروتون، استرالیا) تهیه گردید. ماهیان با جیره غذایی حاوی بتائین در سه سطح ۰، ۱ و ۱/۵ درصد به‌صورت ترکیبی با سطوح ۰،۲۵۰و۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آنزیم در غذا، تغذیه شدند. برای این کار بتائین و مولتی آنزیم آپسوزایم توسط ترازو با دقت یک ده هزارم گرم توزین شد و بعد آن را به حدود یک لیتر آب اضافه کرده و سپس جهت جلوگیری از آب‌شویی و بهتر چسبیدن مواد بر روی غذا به‌مقدار ۳ گرم بر لیتر به آن ژلاتین اضافه کرده و سپس توسط افشانه به غذا اضافه گردید. در پایان هفته هشتم آزمایش از هر تیمار ۶ ماهی به‌صورت تصادفی انتخاب شدو در اسانس گل میخک ۲۵۰ppm بی‌هوش شدندو آب اضافی بدن آن‌ها توسط حوله نرم گرفته شد. بعد از آن توسط سرنگ‌های۲ میلی‌لیتری میکروتیوپ‌دار ازساقه دمی آن‌ها خون‌گیری انجام گرفت و در ویال‌های اپندروف۲میلی‌لیتری ریخته شد.شاخص‌های خونی شامل تعداد کل گلبول‌های سفید، شمارش افتراقی گلبول‌های سفید، تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت

و حجم میانگین سلولی (MCV)، میانگین غلظت هموگلوبین سلول (MCHC) و هموگلوبین میانگین سلولی (MCH) براساس روش‌های رایج خون‌شناسی ماهیان اندازه‌گیری شدند (Borges و همکاران، ۲۰۰۴).

سنجش ترکیب لاشه (AOAC، ۱۹۹۰): پروتئین خام از طریق تعیین نیتروژن کل به‌روش کلدال با استفاده از دستگاه بخش هضم مدل EBL و بخش تقطیر مدل VAP ساخت کمپانی Gerhardt آلمان، چربی خام از طریق حل کردن چربی در اتر و تعیین مقدار آن به‌روش سوکسله به‌وسیله دستگاه سوکسله مدل VAP40 ساخت کمپانی Gerhardt آلمان، خاکستر از طریق قرار دادن نمونه در کوره الکتریکی مدل LV/5/11/B170 ساخت کمپانی Nabertherm آلمان در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۴ ساعت و رطوبت از طریق خشک کردن نمونه‌ها در آون (مدل FD115، ساخت کمپانی BINDER آلمان) با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد.

نتایج

داده‌های مربوط به تعداد گلبول‌های سفید، شمارش افتراقی گلبول‌های سفید، گلبول‌های قرمز، MCV، MCH، MCHC و هموگلوبین در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. براساس نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها تعداد گلبول‌های سفید اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای آزمایش نشان داد ($P<0/05$)، اگر چه در تیمارهای مجزای آپسوزایم و مولتی آنزیم اختلاف بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($P>0/05$)، اما در تیمارهای ترکیبی افزایش معنی‌دار تعداد گلبول‌های سفید مشاهده شد ($P<0/05$). تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، MCV، MCH و MCHC اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای مختلف نشان نداد ($P>0/05$). از نظر درصد چربی، پروتئین، خاکستر و رطوبت اختلاف معنی‌داری در تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($P>0/05$)(جدول ۳).

جدول ۱: مقایسه گلبول‌های سفید بچه فیل‌ماهی تغذیه شده با جیره حاوی مولتی آنزیم و جاذب بتائین طی ۸ هفته

تیمار	گلبول سفید (میلی‌مترمکعب)	نوتروفیل (٪)	ائوزینوفیل (٪)	لنفوسیت (٪)	مونوسیت (٪)
آپسوزایم ۰- بتائین ۰	۲۵۶±۸۷۸۲cd	۰±۱۵/۵	۳/۰±۷/۰۹	۸۰/۰±۵/۵	۰/۰±۷۷/۰۶
آپسوزایم ۰- بتائین ۱	۳۱۷±۸۶۵۳b	۱۵/۰±۱/۱۵	۳/۰±۶/۰۷	۸۰/۰±۵/۰۷	۰/۰±۷۵/۰۵
آپسوزایم ۰- بتائین ۱/۵	۶۸۸±۹۶۲۶b	۱۴/۰±۰۶/۴	۳/۰±۷۸/۰۹	۸۱/۰±۴/۳	۰/۰±۷۴/۰۲
آپسوزایم ۲۵۰- بتائین ۰	۴۸۵±۸۳۲۰d	۱۴/۰±۹۵/۳۲	۴/۰±۲/۲۲	۸۰/۰±۰۱/۵	۰/۰±۸۳/۳
آپسوزایم ۵۰۰- بتائین ۰	۴۶۰±۹۳۹۲bc	۱۶/۰±۰۶/۳۰	۴/۰±۴۷/۰۸	۷۸/۰±۶/۲۵	۰/۰±۸۶/۰۵
آپسوزایم ۲۵۰- بتائین ۱	۲۵۰±۱۰۹۶۰a	۱۶/۰±۸۶/۴	۴/۰±۹۱/۰۵	۷۷/۰±۸۲/۳۲	۰/۰±۸۲/۱۶
آپسوزایم ۲۵۰- بتائین ۱/۵	۳۲۵±۱۱۲۶۷a	۱۶/۰±۹/۵۲	۴/۰±۵۲/۳۲	۷۷/۰±۶۴/۸۶	۰/۰±۹۳/۴۵
آپسوزایم ۵۰۰- بتائین ۱	۳۲۸±۱۱۱۴۰a	۱۷/۰±۲۳/۲۵	۴/۰±۴۵/۲۸	۷۷/۰±۳۴/۵۷	۱/۰±۰۱/۰۴۵
آپسوزایم ۵۰۰- بتائین ۱/۵	۱۳۳±۱۱۲۶۷a	۱۷/۰±۱/۶	۴/۰±۵/۲۱	۷۷/۰±۳۷/۷۶	۰/۰±۹۶/۷۰

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین ± انحرف استاندارد)

جدول ۲: مقایسه برخی شاخص‌های خونی بچه فیل‌ماهی تغذیه شده با جیره حاوی مولتی آنزیم و جاذب بتائین طی ۸ هفته.

تیمار	گلبول قرمز (میلی‌مترمکعب)	هموگلوبین (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	هماتوکریت (٪)	(fl) MCV	(pg) MCH	(%) MCHC
آپسوزایم ۰- بتائین ۰	۶۰۳۹±۸۵۴۴۳۶a	۱۳/۰±۲/۵۵a	۲۸/۱±۴/۱a	۳۳۲/۱۳±۳۹/۱۵a	۱۵۴/۷±۵۱/۳۹a	۴۶/۱±۴۹/۶۵a
آپسوزایم ۰- بتائین ۱	۴۳۷۱±۸۴۷۳۰۰a	۱۳/۰±۳۳/۳a	۲۸/۱±۲۶/۰۶ a	۳۳۳/۱۲±۶۱۷/۸۶a	۱۵۷/۴±۳۳/۳a	۴۷/۲±۲۱/۵a
آپسوزایم ۰- بتائین ۱/۵	۴۴۹۷±۸۵۴۱۶۷a	۱۳/۰±۴۱/۴۳a	۲۸/۱±۸۴/۶۵ a	۳۳۷/۱۹±۶۵/۶۶a	۱۵۶/۵±۸۸/۶a	۴۶/۱±۵/۲۱a
آپسوزایم ۲۵۰- بتائین ۰	۴۹۵۳±۸۵۷۶۹۳a	۱۳/۰±۴۳۳/۳۱a	۲۹/۱±۶۳/۳ a	۳۴۵/۱۷±۵۵/۱۱a	۱۵۶/۴±۶۳/۰۵a	۴۵/۲±۳۹/۳۳a
آپسوزایم ۵۰۰- بتائین ۰	۲۳۶۳±۸۴۸۳۰۲a	۱۳/۰±۲/۶a	۲۹/۱±۰۳/۳۵a	۳۴۲/۱۶±۳۲/۸a	۱۵۵/۶±۶۲/۹۵a	۴۵/۳±۵۶/۹a
آپسوزایم ۲۵۰- بتائین ۱	۵۴۹۲±۸۵۰۵۰۵a	۱۳/۰±۴۰/۴۵a	۲۹/۰±۰۳/۶۷a	۳۴۱/۶±۳/۷a	۱۵۷/۴±۵۳/۴a	۴۶/۱±۱۶/۵۷a
آپسوزایم ۲۵۰- بتائین ۱/۵	۵۸۶۷±۸۴۴۴۹۳a	۱۳/۰±۶۶/۲۵a	۲۸/۱±۸۸/۰۶a	۳۴۱/۱۴±۹۳/۶a	۱۶۱/۳±۸۴/۵a	۴۷/۰±۳۳/۸۸a
آپسوزایم ۵۰۰- بتائین ۱	۵۰۸۴±۸۵۳۰۳۰a	۱۳/۰±۵/۱a	۲۸/۰±۸۶/۷۷a	۳۳۵/۸±۹۷/۷a	۱۵۸/۰±۲۶/۶a	۴۷/۱±۱۲/۰۴a
آپسوزایم ۵۰۰- بتائین ۱/۵	۳۲۶۹±۸۴۷۴۴۴a	۱۳/۰±۴۷/۱a	۲۸/۱±۹/۱۲a	۳۴۱/۱۴±۰۶/۶a	۱۵۹/۰۲±۰۲/۳۳a	۴۶/۱±۶۸/۹۶a

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین ± انحرف استاندارد)

جدول ۳: مقایسه ترکیبات لاشه بچه فیل‌ماهی تغذیه شده با جیره حاوی مولتی آنزیم و جاذب بتائین طی ۸ هفته

تیمار	پروتئین (٪)	چربی (٪)	رطوبت (٪)	خاکستر (٪)
آپسوزایم ۰- بتائین ۰	۱۶/۰±۸۶/۷۶ a	۶/۰±۵/۵ a	۷۵/۱±۲۵/۰۱ a	۳/۰±۳۸/۱۵ a
آپسوزایم ۰- بتائین ۱	۱۷/۰±۲۳/۶۶ a	۶/۰±۶/۵۶ a	۷۵/۱±۳۳/۳۶ a	۳/۰±۳۷/۰۶ a
آپسوزایم ۰- بتائین ۱/۵	۱۶/۰±۹۳/۷۵ a	۶/۰±۸/۸۸ a	۷۵/۱±۵۳/۱۲ a	۳/۰±۳۹/۰۲ a
آپسوزایم ۲۵۰- بتائین ۰	۱۷/۰±۲/۷ a	۶/۰±۱/۰۳ a	۷۵/۱±۳۸/۸۹ a	۳/۰±۴/۰۲۵ a
آپسوزایم ۵۰۰- بتائین ۰	۱۷/۰±۰۶/۵۶ a	۶/۲±۹/۸۸ a	۷۵/۱±۲۳/۳ a	۳/۰±۴/۰۱ a
آپسوزایم ۲۵۰- بتائین ۱	۱۶/۰±۸۳/۹۵ a	۶/۰±۹/۵ a	۷۶/۲±۲۵/۶ a	۳/۰±۳۸/۰۲۵ a
آپسوزایم ۲۵۰- بتائین ۱/۵	۱۷/۰±۱۶/۷۶ a	۷/۰±۱/۵۲ a	۷۵/۰±۲۶/۹۴ a	۳/۰±۳۸/۰۲۵ a
آپسوزایم ۵۰۰- بتائین ۱	۱۷/۱±۰۶/۰a	۶/۰±۶/۵۵a	۷۵/۱±۲۸/۰۶a	۳/۰±۳۸/۰۱۷a
آپسوزایم ۵۰۰- بتائین ۱/۵	۱۶/۰±۸۶/۹a	۶/۰±۷/۵a	۷۵/۱±۷۱/۲۲a	۳/۰±۳۹/۰۱a

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین ± انحرف استاندارد)

بحث

استفاده از مکمل غذایی که در بالا بردن سیستم ایمنی نقش داشته،در افزایش سلامت، مقاومت نسبت به استرس وعوامل بیماری‌زا می‌توانند مفید واقع شوند (Tukmech و همکاران، ۲۰۰۷). جیره غذایی حاوی مولتی‌آنزیم نه تنها مواد مغذی ضروری را تأمین می‌کند، بلکه می‌تواند یکی از بهترین راهکارها برای حفظ سلامت آبزیان و افزایش مقاومت آن‌ها در برابر عوامل بیماریزا باشد (hardy و Halver، ۲۰۰۲). تغییرات شاخص‌های خونی در زمان‌های مختلف در ماهیان به‌اثبات رسیده است. این شاخص‌ها می‌توانند تحت تأثیر نوسانات دمایی، فصل، استرس ناشی از صید و نمونه‌برداری، رژیم غذایی، تفاوت‌های ژنتیکی، سن، رسیدگی جنسی، جنسیت و غیره باشند (Knowles و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که در بین ماهیان تغذیه شده با آنزیم و بتائین و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. اما بیش‌ترین تعداد در بین ماهیان تغذیه شده با بتائین بالا و مولتی آنزیم بالا می‌باشد. گلبول‌های سفید نشان‌دهنده وجود یا عدم وجود عفونت در ماهیان است که می‌تواند باعث تحریک ایمنی اختصاصی و غیراختصاصی شود (Kazemi و همکاران، ۲۰۱۰). Hosseinifard و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای که به جایگزینی سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و۱۰۰ درصد پروتئین با سویا با سطوح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم مکمل آنزیمی اویزایم در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)ارزیابی کردند،بیش‌ترین تعداد گلبول سفید را در تیمار حاوی ۵۰ درصد سویا به‌همراه ۱۰۰۰ میلی‌گرم مکمل آنزیمی آویزایم گزارش کردند.طاعتی و صالحی (۱۳۹۷)، در مطالعه‌ای که به مقایسه شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح مجزا و توام مولتی آنزیم‌های تجاری داشتند، گزارش کردند که بیش‌ترین تعداد گلبول‌های سفید در تیمار کومبو ۱۵۰۰ میلی‌گرم مشاهده گردید که با بقیه تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار نشان داد. Oguz و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای که به بررسی اثرات بتاگلوکاناز خالص بر پارامترهای خون کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)انجام‌دادند،گزارش کردند که استفاده از این آنزیم باعث افزایش تعداد گلبول‌های سفید شد. محسنی و همکاران(۱۳۹۵)در مطالعه تأثیر سطوح مختلف بتائین بر بچه فیل‌ماهی پرورشی (*Huso huso*) که داشتند، گزارش نمودند مقادیر متوسط گلبول‌های سفید خون فیل‌ماهیان تغذیه شده با سطوح بالای ۱/۵ درصد بتائین به‌طور معنی‌داری از ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی ۰/۵ درصد بتائین، پایین‌تر بود. تأثیر بتائین بر تعداد گلبول‌های سفید را شاید بتوان به خواص تحریک ایمنی این ماده نسبت داد. در بین تعداد گلبول‌های قرمز در میان ماهیان شاهد و تیمارهای تغذیه شده با سطوح‌مختلف‌مولتی‌آنزیم‌و بتائین اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نیازهای اکسیژنی ماهیان براساس سن و شرایط محیطی تغییر می‌کند تعداد گلبول‌های قرمز در هر میلی‌لیتر خون باتوجه به‌روش ایجاد توازن بین مصرف انرژی برای تولید گلبول قرمز و انرژی لازم برای انتقال خون به بافت‌ها متغیر است. درصورتی‌که نیاز به اکسیژن زیاد باشد، خونی که از نظر تعداد گلبول‌های قرمز پایین است نسبت به خونی که گلبول‌های قرمز بیش‌تری دارد، باید به‌میزان زیادتری در سراسر بدن پمپ شود (Sattari، ۲۰۰۲). براساس نتایج آزمایش حاضر، تعداد گلبول قرمز در بین ماهیان تغذیه شده با آنزیم و بتائین و شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد. طاعتی و صالحی (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای که‌به‌مقایسه‌شاخص‌های‌خونی‌وبیوشیمیایی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح مجزا و توام مولتی‌آنزیم‌های تجاری داشتند، بیش‌ترین تعداد گلبول‌های قرمز را در تیمار ناتوزایم ۱۵۰۰ میلی‌گرم گزارش نمودند که به استثنای تیمار کومبو ۱۰۰۰ میلی‌گرم بابقیه‌تیمارهااختلاف معنی‌داری داشت. Mohammadbeygi

و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند استفاده از سطوح ۰/۱ و ۰/۵ درصد مکمل آنزمی آندو۱-۳(۴) بتاگلوکوناز در کپورمعمولی بیش‌ترین میزان هموگلوبین در ۰/۵ درصد بوده است. Zamani و همکاران (۲۰۱۴) اعلام کردند که مکمل‌های آنزیمی ناتوزایم و همی‌سل در سطوح ۰/۲۵ و ۵/۰ گرم و تیمار ترکیبی آن‌ها در میزان هموگلوبین ماهی آزاد دریای خزر تاثیری نداشت. محسنی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه تأثیر سطوح مختلف بتائین بر بچه فیل‌ماهی پرورشی (*Huso huso*) که داشتند، گزارش نمودند مقادیر متوسط گلبول قرمز خون فیل‌ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف بتائین نسبت به گروه شاهد معنی‌دار نبود. نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد هماتوکریت در بین ماهیان تغذیه شده با آنزیم و بتائین و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. کاهش حجم پلاسما، تورم گلبول‌های قرمز و آزاد شدن تعداد بیش‌تر گلبول‌های قرمز از بافت‌های خون‌ساز می‌توانند سبب ازدیاد هماتوکریت شوند. هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز به‌هم وابسته هستند (Benfey و Biron، ۲۰۰۰). نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد گلبول‌های قرمز در بین ماهیان تغذیه شده با آنزیم و بتائین و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. طاعتی و صالحی (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای که به مقایسه شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح مجزا و توأم مولتی آنزیم‌های تجاری داشتند، گزارش کردند بیش‌ترین مقدار هماتوکریت در تیمار ناتوزایم ۱۵۰۰ میلی‌گرم مشاهده گردید که به‌استثنای تیمار کومبو ۱۰۰۰ میلی‌گرم با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. محمدبیگی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند استفاده از سطوح ۰/۱ و ۰/۵ درصد مکمل آنزیمی آندو۱-۳(۴) بتاگلوکوناز در کپورمعمولی بیش‌ترین میزان هماتوکریت در۰/۵ درصد بوده است. Zamani و همکاران (۲۰۱۴) اعلام کردند که مکمل‌های آنزیمی ناتوزایم و همی‌سل در سطوح ۰/۲۵ و ۵/۰ گرم و تیمار ترکیبی آن‌ها در میزان هموگلوبین ماهی آزاد دریای خزر تاثیری نداشت. محسنی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه تأثیر سطوح مختلف بتائین بر بچه فیل‌ماهی پرورشی (*Huso huso*) داشتند، گزارش نمودند مقادیر متوسط هماتوکریت خون فیل ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف بتائین نسبت به گروه شاهد معنی‌دار نبود. افزایش تعداد لنفوسیت نشان‌دهنده تقویت سیستم ایمنی سلولی بوده و تعداد لنفوسیت‌ها در اثر استرس و طولانی شدن کمبود اکسیژن در آب کاهش نشان می‌دهند (Kazemi و همکاران، ۲۰۱۰). در مطالعه حاضر تعداد لنفوسیت‌ها در گروه‌های پرورشی نسبت به شاهد معنی‌دار نبود. طاعتی و صالحی (۱۳۹۷) بیان داشتند تعداد لنفوسیت در ناتوزایم ۱۰۰۰ میلی‌گرم و کومبو ۱۵۰۰ میلی‌گرم بالاترین مقدار بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد. Zamani و همکاران (۲۰۱۴) اعلام کردند که مکمل‌های آنزیمی ناتوزایم و همی‌سل در سطوح ۰/۲۵ و ۵/۰ گرم و تیمار ترکیبی آن‌ها در میزان هموگلوبین ماهی آزاد دریای خزر تأثیری نداشت.

از نظر درصد چربی، پروتئین، خاکستر و رطوبت اختلاف معنی‌داری در تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. اسعدی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای بر جایگزینی تدریجی پودر ماهی با پودر سویا و مکمل آنزیم فیتاز بر قابلیت هضم و ترکیبات عناصر لاشه فیل‌ماهی جوان (*Huso huso*) بیان نمودند که با افزودن آنزیم فیتاز به جیره قابلیت هضم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. اکبری و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای با عنوان شاخص‌های رشد و ترکیب شیمیایی بدن بچه‌ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) تحت تأثیر جاذب غذایی بتائین در جیره گزارش کردند که بتائین اثر معنی‌داری بر افزایش میزان پروتئین و کاهش چربی لاشه دارد. Yilmaz و Ablak (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای اثر جاذب‌های غذایی بتائین و دی‌آلانین در جیره غذایی لارو گربه‌ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) بررسی گردید، گزارش کردند میزان پروتئین بدن افزایش معنی‌داری را نشان داد. Genc و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای بر اثر بتائین روی ترکیب لاشه ماهی تیلاپیای آبی (*Oreichromis aureus*) گزارش کردند میزان پروتئین لاشه پس از طی ۱۸ روز افزایش یافته است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از مولتی‌آنزیم و جاذب بتائین در جیره غذایی بچه‌ماهیان فیل‌ماهی بر شاخص‌های خونی و ترکیب لاشه این ماهی اثر معنی‌داری نداشته است. لذا با توجه به نتایج به‌دست آمده از مطالعات دیگر پژوهشگران و اثرات یکسان و بدون اختلاف معنی‌دار در مقادیر استفاده از مولتی‌آنزیم و جاذب به جهت مصرف کم‌تر مولتی آنزیم و جاذب و کاهش هزینه‌ها در نهایت شاید بتوان گفت با افزودن مقادیر بالاتر از مولتی‌آنزیم و جاذب بتائین در یک کیلوگرم غذا می‌تواند بر شاخص‌های خونی و ترکیب لاشه اثر مثبت و معنی‌داری بگذارد و بازماندگی بچه ماهی فیل‌ماهی در محیط‌های پرورشی و رشد را افزایش دهد.

منابع

۱. **اکبری، م.؛ سوری‌نژاد، ا.؛ قرایی، و.؛ جوهری، ع. و عفت‌پناه، ا.، ۱۳۹۶.** شاخص‌های رشد و ترکیب شیمیایی بدن بچه‌ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) تحت تأثیر جاذب غذایی بتائین در جیره. فصلنامه زیست‌شناسی جانوری، دوره ۵، شماره ۴، صفحات ۸۸ تا ۷۹.

۲. **حاجاتی، ح. و صفایی، ا.، ۱۳۹۶.** مباحث علمی و کاربردی استفاده از آنزیم‌ها در تغذیه طیور. انتشارات دانشگاه فردوسی. ۱۰۰ صفحه.

۳. **طاعتی، ر. و صالحی، م.، ۱۳۹۷.** مقایسه شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح

مجزا و توأم مولتی‌آنزیم‌های تجاری. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی. دوره ۶، شماره۲، صفحات۱۳۴ تا ۱۱۹.

۴. **عادلیان، م.؛ ایمانپور، م.؛ تقی‌زاده، و. و مازندرانی، م.، ۱۳۹۵.** استفاده از مولتی آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و اثرات آن بر شاخص‌های رشد و برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی خون. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۸، شماره ۲، صفحات ۲۰۷ تا ۲۱۴.

۵. **محسنی، م.؛ پورکاظمی، م.؛ سیدحسینی، م. و پورعلی، ح.، ۱۳۹۵.** تأثیر سطوح مختلف بتائین جیره غذایی بر رشد، ترکیب لاشه و برخی فراسنجه‌های خون‌شناسی و بیوشیمیایی سرم خون بچه فیل‌ماهی پرورشی (*Huso huso*). نشریه پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی. دوره ۴، شماره ۳، صفحات ۶۵ تا ۸۰.

۶. **AOAC. 1989.** Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA. 374 p.

۷. **Bela, Z. and Prasad, R., 2008**. Impact of pollution on fresh and marine water resources. Journal of Pollution Research. Vol. 273, pp: 461-466.

۸. **Borges, A.; Scotti, L.V.; Siqueira, D.R.; Jurinitz D.F. and Wassermann, G.F., 2004**. Hematologic and serum biochemical values for Jundia (*Rhamdia quelen*). Fish Physiology and Biochemical. Vol. 30, pp: 21-25.

۹. **Eklund, M.; Bauer, E.; Wamatu, J. and Mosenthin, R., 2005**. Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock. Nutrition Research Reviews. Vol. 18, pp: 31-48.

۱۰. **Genc, M.A.; Tekelioglu, N.; Yilmaz, E.; Hunt, A.O. and Yanar, Y., 2006.** Effect of dietary Betaine on growth performance and body composition of (*Oreochromis aureus*) reared in fresh and sea water a comparative study. J of Animal and Veterinary Advances. Vol. 5, No. 12, pp: 1185-1188.

۱۱. **Halver, J.E. and Hardy, R.W., 2002**. Fish nutrition: Academic press.

۱۲. **Harpaz, S., 1996**. Enhancement of growth in juvenile freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii)* through the use of a chemo attractant. Journal of Aquaculture. Vol. 156, No. 3-4, pp: 225-231.

۱۳. **Hosseinifard, S.M.; Ghobadi, S.H.; Khodabakhsh, E. and Razeghi Mansour, M., 2013**. The effect of different levels of soybean meals and avizyme enzyme supplement on hematological and biochemical parameters of serum in rainbow trout. Iranian Veterinary Journal. Vol. 9, No. 3, pp: 43-53.

۱۴. **Kazemi, R.; Pourdehghani, M.; Yousefi Jourdehi, A.; Yarmohammadi, M. and Nasri Tajan, M., 2010.** Cardiovascular system physiology of aquatic animals and applied techniques of fish hematology Bazargan Press, Rasht. 194 p.

۱۵. **Knowles, S.; Hrubec, T.C.; Smith, S.A. and Bakal, R.S., 2006.** Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured shortnose (*Acipenser brevirostrum*). Veterinary Clinical Pathology. Vol. 35, No. 4, pp: 434-440.

۱۶. **Mazandarani, M.; Taghizadeh, A.; Adelian, M. and Imanpour, M., 2009**. The use of Natuzyme multi-enzyme in common carp (*Cyprinus carpio*) diet and its effect on gonadosomatic index. Second National Conference on Fisheries and Aquaculture in Iran, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, Iran.

۱۷. **Mohammadbeygi, M.; Imanpour, M.R.; Taghizadeh, V. and Shabani, A., 2013**. Endo 1- 3(4) Beta-glucanase supplementation of Barley Based Diet and Its Effect on Some Hematological Parameters of Common Carp (*Cyprinus carpio*). Global Veterinaria. Vol. 10, No. 1, pp: 39-45.

۱۸. **Niroomand, M.; Sajadi, M.M.; Yahyavi, M. and Asadi, M., 2011.** Effects of dietary Betaine on growth, survival, body composition and resistance of fry rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under environmental stress, Iranian Scientific Fisheries Journal. Vol. 20, No. 1, pp: 39-47.

۱۹. **Oguz, M.N. and Goncuolu, F.K.O.E., 2011.** Kavuzu Al nm þ Arpan n B ld rc nlarda Performants ve Baz Kan Parametreleri Uzerine Etkisi.

۲۰. **Polat, A. and Beklevik, G., 1998**. The importance of betaine and some attractive substances as fish feed additives. Paper presented at the Feed Manufacturing in the Mediterranean Region Recent Advances in Research and Technology, Spain. pp: 217-220.

۲۱. **Rosental, A., 2000.** Status and Prospects of Sturgeon Farming in Europe. Institute fur Meereskunde Kiel Dusternbrooker Weg 20-2300 keil. Federal Republic of Germany. pp: 144-157.

۲۲. **Sattari, M., 2002**. Ichthyology (1): Anatomy and Physiology. Naghshe Mehr Press, Tehran, Iran. 862 P. (In Persian).

۲۳. **Tukmechi, A.; Morshedi, A. and Delirezh, N., 2007.** Changes in intestinal microflora and humoral immune response following probiotic administration in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Animal Veterinary Advance. Vol. 6, pp: 1183-1189.

۲۴. **Wu, G. and Davis, D.A., 2005.** Interrelationship Among Methionine, Choline, and Betaine in Channel Catfish *Ictalurus punctutus*. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 36, No. 3, pp: 337-345.

۲۵. **Yilmaz, M. and Ablak, O., 2003**. The feeding behavior of pikeperch (*Sander lucioperca* (L., 1758)) living in Hirfanli Dam Lake. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. Vol. 27, pp: 1159-1165.

۲۶. **Zamini, A.A.; Gholipour Kanani, H.; Esmaeili, A.A.; Ramezani S. and 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. Vol. 23, pp: 187-192.