

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

دانشکده شیلات و محیط زیست

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
شیلات

**به کارگیری مولتی آنزیم‌های ناتوزیم و کمین در جیره غذایی و اثرات
آن‌ها بر شاخص‌های رشد و برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهی
کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)**

پژوهش و نگارش:

مهرداد عادلیان

اساتید راهنما:

دکتر محمدرضا ایمانپور

دکتر وحید تقی‌زاده

استاد مشاور:

دکتر محمد مازندرانی

تابستان ۱۳۹۳

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه انجام فعالیت‌های پایان‌نامه‌های تحصیلی با بهره‌گیری از حمایت‌های علمی، مالی و پشتیبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت می‌پذیرد، به منظور رعایت حقوق دانشگاه، نسبت به رعایت موارد زیر متعهد می‌شوم:

۱. این گزارش حاصل فعالیت‌های علمی - پژوهشی و دانش و آگاهی نگارنده است مگر آنکه در متن به نویسنده یا پدید آورنده اثر ارجاع داده شده باشد.
۲. چاپ هر تعداد نسخه از پایان‌نامه با کسب اجازه کتبی از مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه خواهد بود.
۳. انتشار نتایج پایان‌نامه به هر شکل (از قبیل کتاب، مقاله و همایش) با اطلاع و کسب اجازه کتبی از استاد راهنما خواهد بود. نام کامل دانشگاه:
به فارسی: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
و به انگلیسی: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
در بخش آدرس‌دهی درج خواهد شد.
۴. در انتشار نتایج پایان‌نامه در قالب اختراع، اکتشاف و موارد مشابه، نام کامل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به عنوان عضو حقوقی در انتهای فهرست اسامی درج گردد.
۵. تعیین ترتیب اسامی نویسندگان در انتشار نتایج مستخرج از پایان‌نامه و هر گونه تفاوت احتمالی در آن با فهرست مصوب اسامی هیات راهبری پایان‌نامه با تایید استاد راهنمای اول خواهد بود.

اینجانب مهرداد عادلین دانشجوی رشته شیلات مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی و امضاء

مهرداد عادلین

تقدیم به

پدرم اسوه تلاش و گذشت، او که بید هر شب لب ایوان عشق ایستاد و برایش غزل خواند،
مادرم اسوه‌ی نجابت و ایمان، او که خانمی، مستقیم بانجوای دعای خیرش شکل گرفت و
سجاده‌اش نشانه‌ای هست از خدا در خانه‌مان

و

همسرم اسوه صبر و شکیبایی که سایه مهربانیش سایه سار زندگی‌م می‌باشد.

شکر و قدردانی

شکر و سپاس بی پایان مخصوص خدایی است که بشر را آفریده و به او قدرت اندیشیدن داده و توانایی های بالقوه را در وجود انسان قرار داده و او را امر به تلاش و کوشش نموده و راهنمایی را برای هدایت بشر فرستاده است.

خدای را شاکرم که توفیق را رفیق را هم ساخت تا بتوانم این امر مهم را به انجام رسانم.

پس از ارادت خاضعانه به درگاه خداوند بی همتا لازم است از اساتید ارجمندم جناب آقایان دکتر محمد رضا ایمان پور، دکتر وحید تقی زاده، دکتر محمد مازندرانی، دکتر عبدالمجید حاجی مرادلو و دکتر حامد گلکنلی به خاطر سعه صدر و رهنمودهای دلسوزانه که در تئیه ی این پژوهش مرا مورد لطف خود قرار دادند و شکر و قدردانی نموده، موفقیت همگان را از درگاه احدیت خواهانم.

و نیز از مقدس ترین واژه ها در لغت نامه دلم، پروماد مهربانم که زندگیم را بدیون مهر و عطوفتشان می دانم. آنان که بهترین حامی در زندگیم هستند.

همسرم که اسطوره زندگی، پناه محنتی و امید بودم هست، او که نشانه لطف الهی در زندگی من است.
خواهرم همراه همیشگی و پشتوانه زندگیم

برادرانم که با هم آغاز کردیم، در کنار هم آموختیم و به امید هم به آینده چشم می دوزیم.
قلبم لبریز از عشق به شاعرانم هست و خوشبختی تان منتهای آرزویم. شکر و قدردانی مرا پذیرا باشید.

چکیده

آنزیم‌ها می‌توانند سبب بهبود عملکرد سیستم گوارشی شوند و در نتیجه افزایش رشد، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و راندمان پروتئین را بهبود بخشند. برای انجام این آزمایش از جیره تجاری (انرژی 4EF3001، تایلند؛ رطوبت ۱۲٪، پروتئین ۴۱٪، چربی ۶٪ و فیبر ۲٪) استفاده شد و مولتی آنزیم کمین® (هرنتالز، بلژیک) و مولتی آنزیم ناتوزیم پلاس® (بیوپروتون، استرالیا) هر یک در چهار سطح ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره غذایی اضافه شد و با گروه شاهد مقایسه شدند. پس از سازگاری ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با شرایط آزمایش، به مدت ۸ هفته به ماهی‌ها جیره‌های آزمایشی داده شد. برای بررسی شاخص‌های رشد، هر دو هفته یک بار زیست‌سنجی انجام شد و در پایان هفته هشتم برای بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهی‌ها، از آن‌ها خون‌گیری شد. نتایج به دست آمده نشان داد که مولتی آنزیم کمین در سطوح آنزیمی ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره غذایی، بهترین افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، درصد افزایش وزن و راندمان پروتئین را ایجاد کرد که با گروه شاهد تفاوت معنادار داشت ($P < 0/05$) و مولتی آنزیم ناتوزیم در سطوح آنزیمی ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره غذایی، بهترین افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، درصد افزایش وزن و راندمان پروتئین را ایجاد کرد که با گروه شاهد تفاوت معنادار داشت ($P < 0/05$). هیچ‌یک از مولتی آنزیم‌های کمین و ناتوزیم بر شاخص وضعیت تاثیرگذار نبود ($P > 0/05$). مولتی آنزیم کمین در سطح آنزیمی ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره غذایی، سبب ایجاد بیشترین میزان کلسیم در خون ماهی کپور معمولی شد ($P < 0/05$) اما بر بقیه فاکتورهای بیوشیمیایی خون شامل آلبومین، گلوکز و پروتئین کل تاثیرگذار نبود ($P > 0/05$). همچنین مولتی آنزیم ناتوزیم روی پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی کپور معمولی تاثیرگذار نبود ($P > 0/05$). افزودن مولتی آنزیم کمین به جیره غذایی ماهی کپور معمولی بر شاخص گنادوسوماتیک تاثیرگذار نبود ($P > 0/05$) اما افزودن مولتی آنزیم ناتوزیم به جیره غذایی ماهی کپور معمولی به میزان ۷۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره غذایی بیشترین درصد گنادوسوماتیک را نشان داد ($P < 0/05$).

کلمات کلیدی: شاخص‌های رشد، شاخص گنادوسوماتیک، ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*).

مولتی آنزیم کمین، مولتی آنزیم ناتوزیم، فاکتورهای بیوشیمیایی خون

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه و کلیات

- ۱-۱- مقدمه ۲
- ۱-۲- کلیاتی در مورد تغذیه کپور ماهیان ۳
- ۱-۳- کلیاتی در مورد سیستم گوارش ماهیان ۳
- ۱-۴- کلیاتی در مورد نحوه عملکرد آنزیم‌ها ۴
- ۱-۵- کلیاتی در مورد مقایسه فعالیت‌های آنزیمی در ماهیان ۵
- ۱-۶- کلیاتی در مورد مولتی آنزیم کمین و ناتوزیم ۶
- ۱-۷- اهداف ۷
- ۱-۸- سؤال‌های اصلی تحقیق ۷
- ۱-۹- فرضیات ۸

فصل دوم: مروری بر منابع

- ۲-۱- پژوهش‌های صورت گرفته در ماهیان ۱۰
- ۲-۱-۱- مطالعات انجام شده در داخل کشور ۱۰
- ۲-۱-۲- مطالعات انجام شده در خارج کشور ۱۱

فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۳-۱- محل انجام آزمایش‌ها ۱۶
- ۳-۲- معرفی ماهیان به محیط پرورش ۱۶
- ۳-۳- افزودن آنزیم به جیره غذایی ۱۶
- ۳-۴- زیست‌سنجی ماهیان ۱۷
- ۳-۵- پارامترهای رشد ۱۷
- ۳-۵-۱- افزایش وزن (WG) ۱۸

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۸	۳-۵-۲- نرخ رشد ویژه (SGR).....
۱۸	۳-۵-۳- ضریب تبدیل غذایی (FCR).....
۱۹	۳-۵-۴- درصد افزایش وزن بدن (WGP).....
۱۹	۳-۵-۵- شاخص وضعیت (CF).....
۱۹	۳-۵-۶- راندمان پروتئین (PER).....
۲۰	۳-۶- اندازه گیری پارامترهای بیوشیمیایی خون.....
۲۰	۳-۷- محاسبه شاخص گنادوسوماتیک.....
۲۱	۳-۸- آنالیز داده ها.....

فصل چهارم: نتایج

۲۴	۴-۱- پارامترهای رشد.....
۲۴	۴-۱-۱- پارامترهای رشد- مولتی آنزیم کمین.....
۲۷	۴-۱-۲- پارامترهای رشد- مولتی آنزیم ناتوزیم.....
۳۱	۴-۲- پارامترهای بیوشیمیایی خون.....
۳۱	۴-۲-۱- پارامترهای بیوشیمیایی خون - مولتی آنزیم کمین.....
۳۵	۴-۲-۲- پارامترهای بیوشیمیایی خون - مولتی آنزیم ناتوزیم.....
۳۹	۴-۳- شاخص گنادوسوماتیک.....
۳۹	۴-۳-۱- شاخص گنادوسوماتیک- مولتی آنزیم کمین.....
۴۰	۴-۳-۲- شاخص گنادوسوماتیک- مولتی آنزیم ناتوزیم.....

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۴۲	۵-۱- شاخص های رشد.....
۴۲	۵-۱-۱- بررسی شاخص های رشد در مولتی آنزیم کمین.....
۴۴	۵-۱-۲- بررسی شاخص های رشد در مولتی آنزیم ناتوزیم.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۶	۵-۲- فاکتورهای بیوشیمیایی خون.....
۴۶	۵-۲-۱- فاکتورهای بیوشیمیایی خون- مولتی آنزیم کمین.....
۴۸	۵-۲-۲- فاکتورهای بیوشیمیایی خون- مولتی آنزیم ناتوزیم.....
۴۹	۵-۳- شاخص گنادوسوماتیک.....
۴۹	۵-۴- مقایسه مولتی آنزیم کمین و ناتوزیم.....
۵۰	۵-۵- نتیجه گیری کلی.....
۵۱	۵-۶- پیشنهادات اجرایی.....
۵۱	۵-۷- پیشنهادات پژوهشی.....
۵۳	منابع.....
۵۴	منابع فارسی.....
۵۴	منابع انگلیسی.....

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

جدول ۱-۱- شاخص‌های HSI، DSI و فعالیت آنزیم‌های آمیلازی و پروتئازی در کبد و روده ماهی.....	۶
جدول ۱-۴- اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم کمین بر افزایش وزن (WG) بچه ماهیان کپور معمولی....	۲۴
جدول ۲-۴- اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم کمین بر نرخ رشد ویژه (SGR) بچه ماهیان کپور معمولی....	۲۴
جدول ۳-۴- اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم کمین بر ضریب تبدیل غذایی (FCR) بچه ماهیان کپور معمولی.....	۲۵
جدول ۴-۴- اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم کمین بر درصد افزایش وزن بدن (WGP) بچه ماهیان کپور معمولی.....	۲۵
جدول ۵-۴- اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم کمین بر شاخص وضعیت (CF) بچه ماهیان کپور معمولی.....	۲۶
جدول ۶-۴- اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم کمین بر راندمان پروتئین (PER) بچه ماهیان کپور معمولی.....	۲۶
جدول ۷-۴- اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم ناتوزیم بر افزایش وزن (WG) بچه ماهیان کپور معمولی.....	۲۷
جدول ۸-۴- اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم ناتوزیم بر نرخ رشد ویژه (SGR) بچه ماهیان کپور معمولی.....	۲۸
جدول ۹-۴- اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم ناتوزیم بر ضریب تبدیل غذایی (FCR) بچه ماهیان کپور معمولی.....	۲۸
جدول ۱۰-۴- اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم ناتوزیم بر درصد افزایش وزن بدن (WGP) بچه ماهیان کپور معمولی.....	۲۹
جدول ۱۱-۴- اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم ناتوزیم بر شاخص وضعیت (CF) بچه ماهیان کپور معمولی.....	۲۹
جدول ۱۲-۴- اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم ناتوزیم بر راندمان پروتئین (PER) بچه ماهیان کپور معمولی.....	۳۰

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۴- اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم کمین بر آلبومین خون بچه ماهیان کپور معمولی..... ۳۱
- شکل ۲-۴- اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم کمین بر کلسیم خون بچه ماهیان کپور معمولی..... ۳۲
- شکل ۳-۴- اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم کمین بر گلوکز خون بچه ماهیان کپور معمولی..... ۳۳
- شکل ۴-۴- اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم کمین بر پروتئین کل خون بچه ماهیان کپور معمولی.. ۳۴
- شکل ۵-۴- اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر آلبومین خون بچه ماهیان کپور معمولی..... ۳۵
- شکل ۶-۴- اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر کلسیم خون بچه ماهیان کپور معمولی..... ۳۶
- شکل ۷-۴- اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر گلوکز خون بچه ماهیان کپور معمولی..... ۳۷
- شکل ۸-۴- اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر پروتئین کل خون بچه ماهیان کپور معمولی..... ۳۸
- شکل ۹-۴- اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم کمین بر شاخص گنادوسوماتیک بچه ماهیان کپور معمولی..... ۳۹
- شکل ۱۰-۴- اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر شاخص گنادوسوماتیک بچه ماهیان کپور معمولی..... ۴۰

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

نیاز روزافزون به آبزیان و همچنین محدودیت صید از محیط طبیعی سبب توسعه صنعت آبزی پروری گردید. موفقیت صنعت آبزی پروری به صورت عمده به کیفیت محصول پرورش داده شده بازمی گردد. خانواده کپور ماهیان^۱ یکی از مهم ترین و بزرگ ترین خانواده های ماهیان آب شیرین است و تقریباً تمام اعضای آن متعلق به آب شیرین می باشد و یا در صورت زندگی در آب لب شور، برای تولید مثل نیازمند ورود به آب شیرین هستند. مهم ترین ماهی های پرورشی گرم آبی مثل کپور معمولی، کپور علفخوار یا آمور، کپور سرگنده و کپور نقره ای یا فیتوفاگ متعلق به این خانواده هستند. کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با نام لاتین Common carp سرسلسله خانواده کپور ماهیان است که جزء قدیمی ترین گونه های ماهیان اهلی شده جهت پرورش است. پرورش کپور معمولی در چین به حدود ۵ هزار سال قبل از میلاد برمی گردد (بالون، ۲۰۰۶). بیشترین مقدار تولید کپور ماهیان در آسیا و به خصوص در چین گزارش شده است. امروزه این ماهی را در بیشتر نقاط دنیا به عنوان گونه پرورشی انتخاب می کنند.

اطلاعات به دست آمده از ماهیان نشان می دهد اگرچه آنزیم های گوارشی مورد مطالعه، از نظر کیفی شبیه به سایر مهره داران است اما؛ دوره عمل هضم در ماهیان کمتر از پستانداران است (هیدالگو و همکاران، ۱۹۹۹). از سال ۱۹۲۰ محققین تأثیرات مفید آنزیم ها را بر مواد غذایی طیور به ویژه غذاهایی که حاوی دانه های غلات با ترکیب بالایی از فیبر هستند مشاهده نموده اند. آنزیم های تجاری به طور خاص، ترکیبی از چندین نوع آنزیم هستند که روی انواع مختلفی از اجزاء تشکیل دهنده مواد غذایی، مؤثرند (هاستینگ، ۱۹۴۶؛ مران و گینیس، ۱۹۶۸؛ پترسون و آمان، ۱۹۸۹؛ ریتز و همکاران، ۱۹۹۵). همچنین آنزیم ها می توانند اثرات عوامل ضد تغذیه ای را از بین ببرند و سبب بهبود عملکرد در رشد ماهی شوند (فرهنگی و کارتر، ۲۰۰۷؛ سلطان، ۲۰۰۹). اخیراً آنزیم ها به عنوان افزودنی به جیره غذایی حیوانات، در سراسر جهان به طور گسترده استفاده می شود (فورستر و همکاران، ۱۹۹۹؛ فلیکس و سلواراج، ۲۰۰۴).

مطالعات فراوانی نشان می دهد که آنزیم ها می توانند سبب بهبود عملکرد سیستم گوارشی شوند و در نتیجه افزایش رشد، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و راندمان پروتئین را بهبود بخشند.

1. Cyprinidae

همچنین برخی از مطالعات به بررسی تأثیر آنزیم‌ها بر فاکتورهای خونی پرداخته‌اند. اخیراً یافته‌های جدید نشان می‌دهد که مولتی آنزیم‌ها می‌توانند بر شاخص‌های گنادی نیز تأثیرگذار باشد و سبب رسیدگی جنسی در زمانی کوتاه‌تر نسبت به گروه شاهد شوند.

۲-۱- کلیاتی در مورد تغذیه کپور ماهیان

کپور ماهیان نیز مانند سایر ماهیان و به صورت کلی سایر موجودات، برای ایجاد محیط پایدار بدنی نیازمند ترکیبات آلی و معدنی می‌باشند. مطالعات گوناگون نشان داده است که نیاز پروتئینی این ماهی در حدود ۳۰-۳۸٪ است که می‌توان نیاز این ماهی را از منابعی نظیر کازئین، آرد ماهی و تخم مرغ تهیه نمود. لازم به ذکر است آمینواسیدهای ضروری موجود در بدن این ماهی با توجه به نوع جیره و در طول زمان ثابت باقی می‌ماند. پروتئین و چربی مورد نیاز برای این ماهی به انرژی قابل هضم برمی‌گردد. چربی مورد نیاز این ماهی اصولاً به همراه منبع کربوهیدرات‌ها جهت استفاده به عنوان منبع انرژی به کار گرفته می‌شود. کپور معمولی نیز مانند ماهی آمور نیازمند به استفاده از اسیدهای چرب 3-n و 6-n است به طوری که برای مشاهده بیشترین رشد به حدود ۱٪ از این اسیدهای چرب نیازمندیم. مطالعات گوناگونی در مورد استفاده کپور ماهیان از منابع کربوهیدراتی انجام شده است. فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در آبزیان بسیار کمتر از موجودات خشکی‌زی است ولی در ماهیان گرمابی و کپور ماهیان، این آنزیم با اندازه معناداری بیشتر از سایر گونه‌های پرورشی است. نسبت طول لوله گوارشی به بدن، در این ماهی به اندازه ۲-۱/۸ است که این مقدار در حدود ۴ برابر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و مارماهی است.

۳-۱- کلیاتی در مورد سیستم گوارش ماهیان

سیستم گوارش ماهیان شامل دهان، حفره دهانی، حلق، مری، معده، روده و راست روده است و در نهایت به مخرج ختم می‌شود. کبد، کیسه صفرا و لوزالمعده نیز به دستگاه گوارش مربوط می‌شوند. غذا پس از عبور از دهان و حلق وارد مری می‌شود. مری دارای سلول‌های موکوسی است که ترشحات لزج را دارد و وظیفه آن فقط خیساندن غذاست و نقشی در گوارش ندارد. پس از مری، معده قرار دارد. معده در همه ماهیان وجود ندارد. کپور ماهیان و نوزاد تمام ماهیان معده ندارند. در ماهیانی که معده ندارند نیز ممکن است قسمتی از روده متسع شده و کار ذخیره غذا را انجام دهد. HCl توسط

غدد پاریتال معده ترشح می‌شود و در داخل معده pH بین ۳-۴ ایجاد می‌کند. لذا پپسینوژن مترشحه از سلول‌های معدی به پپسین تبدیل می‌شود. غذا پس از معده وارد روده می‌شود. روده اندام عمده هضم غذاست. گرچه آن‌هایی که معده دارند، معده نیز کمی به هضم غذا کمک می‌کند. مهم‌ترین تفاوت روده در ماهیان، طول آن است. در ماهیان گوشت‌خوار، طول روده کوتاه و ممکن است به ۲۰٪ طول بدن ماهی برسد و در ماهیان گیاه‌خوار روده طویل است و ممکن است تا ۲۰ برابر طول بدن نیز برسد. دیگر اندام‌های گوارشی شامل کبد و لوزالمعده است که در واقع از دستگاه گوارش منشأ گرفته است و توسط مجراهایی به روده متصل می‌شود. خونی که از طریق دستگاه گوارش می‌آید و مواد غذایی جذب‌شده را انتقال می‌دهند، از طریق سیاهرگ باب کبدی به کبد می‌آید. یکی از وظایف کبد، تصفیه و پالایش این خون است و غلظت و مواد مغذی در خون را اصلاح می‌کند. علاوه بر این، کبد سموم را نیز از خون تصفیه می‌کند. سموم یا از طریق کیسه صفرا به روده برده می‌شوند و از آنجا به خارج از بدن هدایت می‌شود و یا از طریق خون وارد کلیه‌ها می‌گردد و از بدن خارج می‌شود. بخش دیگر بافت کبد، حالت غده‌ای دارد و در تولید صفرا دخالت می‌کند. معمولاً کیسه صفرا حالت کروی دارد و در بعضی ماهیان ممکن است حالت کشیده داشته باشد. اندام گوارشی دیگر لوزالمعده نام دارد. لوزالمعده هم دارای بافت درون‌ریز^۱ و هم برون‌ریز^۲ است. ترشحات برون‌ریز شامل آب، آنزیم‌ها، بی‌کربنات و یون‌های دیگر است. این آنزیم‌ها شبیه پستانداران است، و شامل آنزیم پروتئاز، آمیلاز (تجزیه نشاسته)، لیپاز و آنزیم‌های تجزیه اسیدهای نوکلئیک (ریبونوکلئاز و دی‌اکسی ریبونوکلئاز) است. با توجه به نوع غذایی که ماهی می‌خورد، آنزیم‌های مربوط به آن نیز بیشتر ترشح می‌شود. در آخر مواد هضم نشده از مخرج خارج می‌شوند.

۴-۱- کلیاتی در مورد نحوه عملکرد آنزیم‌ها

ساختار سه‌بعدی آنزیم سال‌های زیادی در انجمن‌های علمی مورد بحث بوده است تا اینکه جیمز سامنر در سال ۱۹۲۶ آنزیم اورئاز را کریستاله کرد و بیوشیمیست‌ها پی بردند که آنزیم‌ها ساختمان منحصر به فردی دارند و اینکه اگر این ساختار تخریب شود فعالیت آنزیم متوقف می‌شود و معتقد بودند آنزیم‌ها فقط به سوبسترای خاصی متصل می‌شود و آن‌ها را کاتالیز می‌کند. در سال‌های بعد مطالعات

1. Endocrine
2. Exocrine

روی آنزیم‌ها به جایی رسید که متوجه شدند سرعتی که آنزیم‌ها به واکنش‌های شیمیایی می‌بخشند تا 10^{20} برابر زمانی است که واکنش در آب بدون کاتالیزگر انجام شود (رینگ و پتسکو، ۲۰۰۸).
بطور کلی کاتالیزورهای بیوشیمیایی را آنزیم می‌نامند. ماهیت آنزیم‌ها پروتئینی است که اندازه آن‌ها بین 1×10^4 تا 1×10^6 دالتون است. آنزیم‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود. دسته اول آنزیم‌هایی هستند که فعالیت آن‌ها به ساختمان پروتئینی آنزیم بستگی دارد و دسته دوم آنزیم‌هایی هستند که برای انجام فعالیت کاتالیزوری خود به ترکیب فعال کننده غیرپروتئینی (کوفاکتور) نیاز دارند. هنگامی که آنزیم برای فعالیت خود احتیاج به کوفاکتور^۱ داشته باشد، قسمت پروتئینی را آپوآنزیم^۲ غیرپروتئینی را کوآنزیم^۳ می‌نامند.

۵-۱- کلیاتی در مورد مقایسه فعالیت‌های آنزیمی در ماهیان

مطالعه ترشحات گوارشی در ماهیان به دلیل دشواری جمع‌آوری ترشحات است و نسبت به سایر مهره‌داران پیشرفت کمی کرده است. علاوه بر این فاکتورهای دیگری وجود دارد که باعث تغییر در داده‌ها می‌شود؛ به عنوان مثال بافت‌هایی که برای تعیین فعالیت‌های آنزیمی انتخاب می‌شود، یکنواخت نیستند و بعضی مواقع غده‌ها به آن‌ها متصل است. همچنین از دیگر فاکتورهایی که بررسی فعالیت‌های آنزیمی در گونه‌های مختلف را سخت می‌کنند مربوط به تنوع در روش‌های تعیین فعالیت‌های آنزیمی است (هیدالگو و همکاران، ۱۹۹۹).

از آنزیم‌های مهم سیستم گوارشی ماهیان، پروتئازها و آمیلازها هستند که بیان‌کننده ظرفیت متفاوت گونه‌ها برای استفاده از پروتئین و کربوهیدرات‌ها است. جدول ۱-۱ شاخص HSI^۴، DSI^۵، آنزیم پروتئاز روده، آنزیم آمیلاز روده، آنزیم پروتئاز کبد و آنزیم آمیلاز کبد را در کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، ماهی طلایی (*Carassius auratus*)، لای ماهی (*Tinca tinca*)، شانک ماهی (*Sparus aurata*)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و مارماهی اروپایی (*Anguilla anguilla*) نشان می‌دهد.

1. Cofactor
2. ApoEnzyme
3. CoEnzyme
4. HepatoSomatic Index
5. DigestiveSomatic Index

جدول ۱-۱ شاخص‌های HSI، DSI و فعالیت آنزیم‌های آمیلازی و پروتئازی در کبد و روده ماهی (هیدالگو و همکاران، ۱۹۹۹)

گونه	HSI	DSI	فعالیت پروتئازی هپاتوپانکراس (U/mg protein)	فعالیت آمیلازی هپاتوپانکراس (U/mg protein)	فعالیت پروتئازی روده (U/mg protein)	فعالیت آمیلازی روده (U/mg protein)
کپور معمولی	۲/۲۹±۰/۱۸	۳/۰۸±۰/۱۶	۱/۰۴۵±۰/۴۳۶	۱۰۷/۹۶±۷/۳۲	۲/۵۰±۰/۶۲	۷۲/۵۳±۸/۴۶
ماهی طلایی	۳/۰۹±۰/۵۵	۲/۱۸±۰/۱۹	۰/۰۷۲±۰/۰۱۱	۲۳/۸۰±۴/۱۹	۲/۰۱±۰/۱۱	۷۵/۴۷±۱۵/۷۶
لای ماهی	۲/۱۳±۰/۳۹	۲/۷۷±۰/۲۵	۰/۷۸۸±۰/۱۰۸	۱۳/۱۳±۱/۳۲	۱/۷۰±۰/۲۹	۱۹/۳۷±۲/۶۷
شانک	۱/۰۰±۰/۰۸	۲/۴۶±۰/۱۷	۰/۰۸۲±۰/۰۱۲	۲/۶۶±۰/۳۸	۰/۸۱±۰/۲۴	۱/۷۵±۰/۲۸
قزل‌آلای رنگین‌کمان	۱/۴۷±۰/۱۴	۶/۲۰±۰/۳۲	۰/۱۲۴±۰/۰۰۶	۰/۰۰±۰/۰۰	۳/۴۴±۰/۴۵	۱/۳۰±۰/۰۷
مارماهی اروپایی	۱/۶۲±۰/۰۷	۱/۹۸±۰/۳۰	۰/۰۱۷±۰/۰۰۸	۰/۷۶±۰/۰۸	۰/۴۶±۰/۰۵	۱/۴۰±۰/۰۷

با توجه به جدول ۱-۱، به جز ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، DSI در همه گونه‌ها تقریباً برابر است اما DSI در قزل‌آلای رنگین‌کمان بیشتر است که شاید به دلیل معده بزرگ باشد. در همه گونه‌ها فعالیت‌های پروتئازی در لوله گوارش بیشتر از کبد است. کبد کپور معمولی و لای ماهی فعالیت پروتئازی بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها نشان می‌دهد. بیشترین میزان فعالیت پروتئازی در لوله گوارش ماهی قزل‌آلا وجود دارد و در کپور معمولی، گلدفیش، لای ماهی، شانک و مارماهی به ترتیب کاهش می‌یابد.

به‌طور کلی می‌توان از جدول ۱-۱ نتیجه گرفت که بر اساس فعالیت آنزیمی در کبد و لوله گوارش، دو گروه از ماهی‌ها وجود دارد؛ ۱. گونه‌های گوشت‌خوار که معده دارند و فعالیت آمیلازی در آنها کم است. ۲. گونه‌های همه‌چیزخوار بدون معده که فعالیت آمیلازی در آنها بالاتر است.

۱-۶- کلیاتی در مورد مولتی آنزیم کمین و ناتوزیم

مطالعات زیادی در زمینه بکارگیری مولتی آنزیم‌ها در جیره غذایی طیور و آبزیان صورت گرفته و اثرات آن بر شاخص‌های رشد و فاکتورهای خونی مورد بررسی قرار گرفته است. اما مطالعات در زمینه بکارگیری مولتی آنزیم کمین و ناتوزیم در جیره غذایی آبزیان بسیار اندک است. مولتی آنزیم ناتوزیم دارای پروتئاز، لیپاز، فیتاز، آلفا آمیلاز، سلولاز، آمیلوگلوکوسیداز، بتاگلوکاناز، پنتوسناز، همی سلولاز،

زایلاناز، پکتیناز، اسید فسفاتاز و اسید فیتاز است (زمینی و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین مولتی آنزیم کمین دارای فیتاز، لیپاز، زایلاناز، پروتئاز، بتاگلوکاناز، آلفا آمیلاز، پنتوسوناز، همی سلولاز، سلولاز و پکتیناز است (قمی و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین جهت افزایش قابلیت هضم، از بین بردن عوامل ضد تغذیه‌ای و در نتیجه بهبود شاخص‌های رشد و فاکتورهای خونی ماهی کپور معمولی می‌توان از این مولتی آنزیم‌ها استفاده کرد.

۷-۱- اهداف

ارزیابی کارایی مقادیر مختلف مولتی آنزیم‌های کمین در جیره غذایی و اثرات آن بر شاخص‌های رشد و شاخص گنادوسوماتیک ماهی کپور معمولی
ارزیابی کارایی مقادیر مختلف مولتی آنزیم‌های کمین در جیره غذایی و اثرات آن بر برخی از فاکتورهای خونی ماهی کپور معمولی
ارزیابی کارایی مقادیر مختلف مولتی آنزیم‌های ناتوزیم در جیره غذایی و اثرات آن بر شاخص‌های رشد و شاخص گنادوسوماتیک ماهی کپور معمولی
ارزیابی کارایی مقادیر مختلف مولتی آنزیم‌های ناتوزیم در جیره غذایی و اثرات آن بر برخی از فاکتورهای خونی ماهی کپور معمولی

۸-۱- سؤال‌های اصلی تحقیق

آیا اضافه کردن مولتی آنزیم کمین در جیره غذایی می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های رشد و شاخص گنادوسوماتیک در ماهی کپور معمولی شود؟
آیا اضافه کردن مولتی آنزیم کمین در جیره غذایی می‌تواند سبب بهبود برخی از فاکتورهای خونی ماهی کپور معمولی شود؟
آیا اضافه کردن مولتی آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های رشد و شاخص گنادوسوماتیک در ماهی کپور معمولی شود؟
آیا اضافه کردن مولتی آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی می‌تواند سبب بهبود برخی از فاکتورهای خونی ماهی کپور معمولی شود؟

۹-۱- فرضیات

اضافه کردن مولتی آنزیم کمین در جیره غذایی سبب بهبود شاخص‌های رشد و شاخص گنادوسوماتیک در ماهی کپور معمولی می‌شود.

اضافه کردن مولتی آنزیم کمین در جیره غذایی سبب بهبود برخی از فاکتورهای خونی ماهی کپور معمولی می‌شود.

اضافه کردن مولتی آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی سبب بهبود شاخص‌های رشد و شاخص گنادوسوماتیک در ماهی کپور معمولی می‌شود.

اضافه کردن مولتی آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی سبب بهبود برخی از فاکتورهای خونی ماهی کپور معمولی می‌شود.

فصل دوم

مروری بر منابع