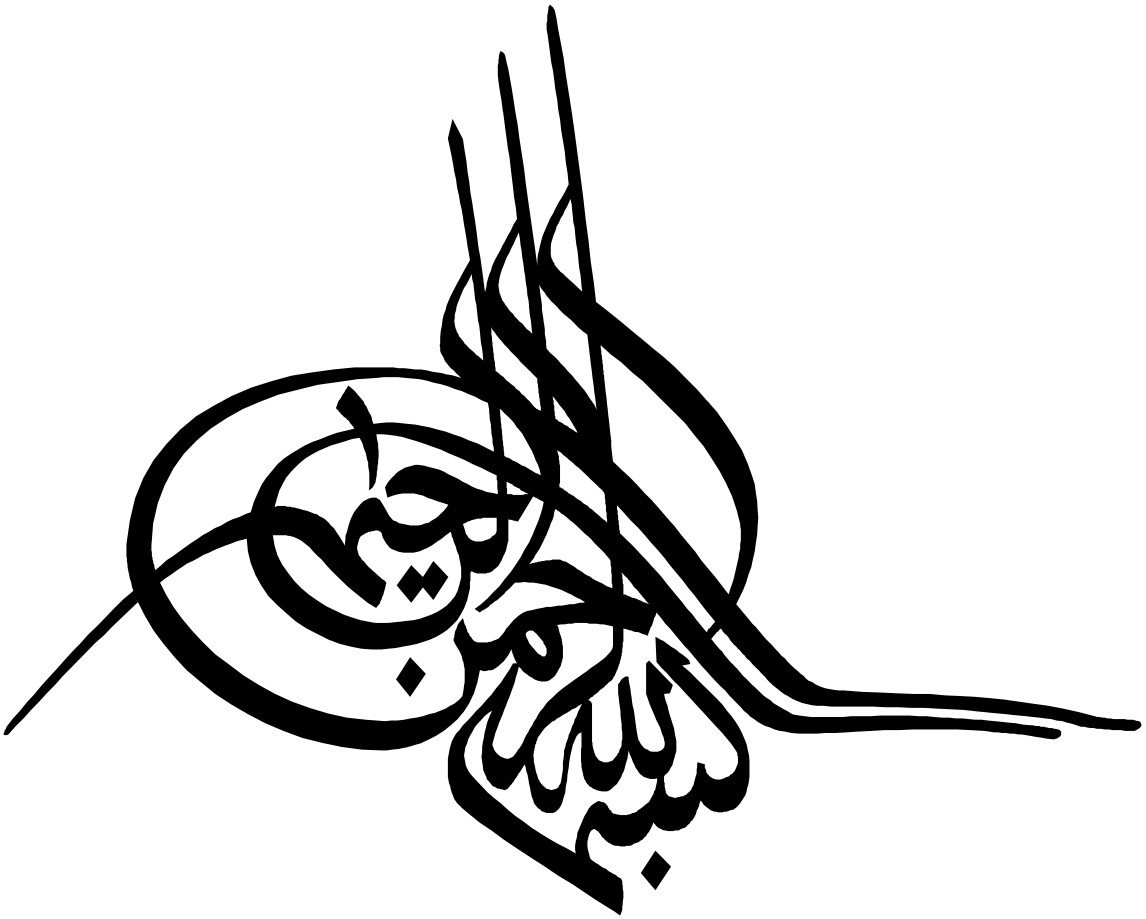
View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons



قرآن کریم :

و هُوالّذی سَخَرَالبَحرُ لِتأکُلوا منهُ لَحماً وَ طَریاً ... .

و هم او خدایی است که دریا را برای شما مسخر کرد تا

از گوشت و ماهیان حلال آن تغذیه کنید.

سوره النَحل آیه ۱۴

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد علوم و تحقیقات

رساله دکتری رشته شیلات (*Ph.D*)

موضوع :

اثر جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا به همراه مکمل آنزیمی در جیره غذایی ، بر شاخص های رشد ، بقا و قابلیت هضم ظاهری ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

استادان راهنما :

دکتر عباس متین فر دکتر شعبانعلی نظامی

استاد مشاور :

دکتر مهدی سلطانی

نگارنده :

شایان قبادی

بهار ۱۳۸۸

سپاسگزاری

در آغاز کلام پروردگار متعال را سپاس می گویم که بی تردید خالق بی شریک تمام علوم است و همه دستاوردهای پژوهشگران اشاعه کوچکی از علم نا متناهی اوست که با بذل لطف بی کرانش میسر شده است .
از آنجا که حضرت حق خود می فرمایند :

هر آنکس که شکر مخلوق را بجای نیاورد ، خالق خویش را سپاس نگفته است

لذا بر خود واجب می دانم با ذکر اسامی برخی از عزیزانی که مرا در اجرای این رساله یاری نموده اند مراتب قدردانی خویش را از آنان اعلام نمایم و از سایر عزیزانی که برای جلوگیری از اطاله کلام از ذکر نامشان خودداری گردید ، پوزش می طلبم .

ابتدا با نهایت احترام از راهنمایی های اساتید ارجمند و فرزانه خود ، جناب آقای دکتر عباس متین فر ، جناب آقای دکتر شعبانعلی نظامی و جناب آقای دکتر مهدی سلطانی که در طول اجرای این رساله از هیچگونه مساعدتی در حق اینجانب دریغ ننمودند و همواره مرا از نظرات علمی و ارزنده خویش بهره مند ساختند تشکر می نمایم. همچنین از جناب آقای دکتر کمالی ، جناب آقای دکتر حسین خارا ، جناب آقای دکتر محمد کاظمیان و سرکار خانم دکتر ضیاییان بعنوان داوران و ناظران این رساله و همینطور جناب آقای دکتر مهدی یوسفیان و جناب آقای دکتر مهدی شمسایی که با نکته سنجی ها و نظرات علمی و راهگشای خویش ، اینجانب را در جهت غنا بخشیدن هر چه بیشتر به رساله یاری کردند کمال سپاسگزاری و تشکر را می نمایم.

از دوستان دانشمند و فرزانه خود ، جناب آقای دکتر مهران جواهری ، جناب آقای دکتر رضا اکرمی ، جناب آقای دکتر مجتبی کشاورز و جناب آقای دکتر رضا چنگیزی نیز که صمیمانه مرا در اجرای هر چه بهتر این رساله یاری دادند قدردانی و تشکر می کنم . از همکاری صمیمانه ریاست محترم وقت کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان شهید رجایی ساری ، جناب آقای مهندس مقدسی و همکاران زحمتکش آن مرکز خصوصاً جناب آقای دکتر رجب محمد نظری که از ابتدا تا انتهای انجام پروژه، صادقانه و با تمام وجود مرا یاری نمودند و بدون مساعدت این عزیزان اجرای این رساله هرگز میسر نمی گشت نیز کمال تشکر و قدردانی را می نمایم.

از همکاریهای ریاست محترم آزمایشگاه های دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل ، سرکار خانم احمدی ، ریاست محترم کارخانه خوراک دام مازندران ، جناب آقای کابلی ، ریاست محترم کارخانه تولید غذای دام و طیور زرین بالان شمال ، جناب آقای دکتر هادیزاده معلم و شرکت آریا دالمن ، نماینده شرکت Biochem آلمان در ایران نیز بخاطر پیشبرد آزمایشات و تهیه بخشی از اقلام مورد نیاز تشکر و سپاسگزاری می نمایم.

در پایان از زحمات تمامی عزیزانی که در انجام این تحقیق مرا یاری نمودند تشکر و قدردانی نموده و از خداوند متعال توفیق خدمتگذاری هر چه بیشتر به این بزرگواران را مسئلت می نمایم.

شایان قبادی/ بهار ۱۳۸۸

تقدیم به :

- **پدر و مادر مهربانم که اولین معلمین و بزرگترین پشتیبانان من در طول زندگی بوده اند**
- **برادر عزیزم که همواره یاری توانا و راهنمایی صمیمی در مسیر زندگی من است**
- **روح خواهر مهربانم که در زمان حیات خود دلسوزانه مشوق من بود**
- **همسرم به خاطر همه زحماتی که برای من کشید و صبوری او را جز عشق نمی توان نام نهاد**
- **همه آنان که به من علم آموختند و مرا در این راه یاری دادند و تمامی پژوهشگران گذشته، حال و آینده که بار رنج این راه را با عشق بر دوش می کشند**

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	۱
مقدمه	۳
فصل اول : کلیات	۷
۱-۱- سویا	۸
۱-۲- ترکیبات ضد مغذی	۹
۱-۳- روش های مقابله با بازدارنده های پروتئینی	۱۰
۱-۴- تعریف آنزیم	۱۳
۱-۵- آنزیم های صنعتی	۱۳
۱-۶- تاریخچه استفاده از آنزیم در غذای جانوران	۱۴
۱-۷- مولتی آنزیم آویزایم (Avizyme 1502)	۱۴
فصل دوم : سابقه تحقیق	۱۷
۲-۱- تحقیقات انجام شده در ایران	۱۸
۲-۲- تحقیقات انجام شده در سایر کشورها	۱۸
فصل سوم: مواد و روش ها	۲۴
۳-۱- مواد	۲۵
۳-۱-۱- مواد مصرفی	۲۵
۳-۱-۲- وسایل غیرمصرفی	۲۵
۳-۲- جیره های آزمایشی	۲۶
۳-۲-۱- تنظیم فرمولاسیون جیره ها	۲۶
۳-۲-۲- نحوه ساخت غذا	۲۸
۳-۳- محیط و سیستم آزمایشی	۲۸
۳-۴- اجرای دوره پرورش	۲۹
۳-۴-۱- تامین بچه ماهی و معرفی آنها به محیط آزمایشی	۲۹
۳-۴-۲- تغذیه ماهی ها با جیره های آزمایشی	۳۰
۳-۴-۳- زیست سنجی ماهی ها	۳۰
۳-۴-۴- اندازه گیری و ثبت عوامل فیزیکی و شیمیایی	۳۰

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۴-۵- برداشت	۳۱
۳-۵- تغذیه ماهی ها با غذای حاوی (Cr_2O_3)	۳۱
۳-۶- روش جمع آوری مدفوع	۳۱
۳-۷- آنالیزهای شیمیایی	۳۲
۳-۷-۱- اندازه گیری پروتئین خام (Crude Protein)	۳۲
۳-۷-۲- اندازه گیری چربی (Crude Lipid)	۳۲
۳-۷-۳- اندازه گیری خاکستر (Ash)	۳۲
۳-۷-۴- اندازه گیری رطوبت خام (Crude Humidity)	۳۳
۳-۷-۵- اندازه گیری فیبر خام (Crude Fiber)	۳۳
۳-۷-۶- محاسبه میزان کربوهیدرات های غیر فیبری	۳۳
۳-۷-۷- اندازه گیری میزان انرژی	۳۳
۳-۷-۸- تعیین درصد اکسید کرومیک در غذا و مدفوع و درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین	۳۴
۳-۸- بررسی شاخص های رشد و تغذیه	۳۴
۳-۸-۱- افزایش وزن (Body Weight Increase)	۳۴
۳-۸-۲- درصد افزایش وزن (Percentage Weight Gain)	۳۴
۳-۸-۳- افزایش طول (Length Gain)	۳۵
۳-۸-۴- فاکتور وضعیت (Condition Factor)	۳۵
۳-۸-۵- خوراک مصرفی (Feed Intake)	۳۵
۳-۸-۶- ضریب تبدیل غذایی (Feed Conversation Ratio)	۳۵
۳-۸-۷- ضریب رشد ویژه (Specific Growth Rate)	۳۵
۳-۸-۸- نسبت بازده پروتئین (Protein Efficiency Ratio)	۳۶
۳-۸-۹- کارایی غذا (Feed Efficiency)	۳۶
۳-۹- روش تجزیه و تحلیل آماری	۳۶
فصل چهارم : نتایج	۳۷
۴-۱- میزان بقا	۳۸

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۲- میزان پروتئین بافت لاشه	۳۹
۴-۳- میزان چربی بافت لاشه	۴۰
۴-۴- میزان انرژی بافت لاشه	۴۱
۴-۵- افزایش وزن	۴۲
۴-۶- درصد افزایش وزن	۴۳
۴-۷- افزایش طول	۴۴
۴-۸- فاکتور وضعیت	۴۵
۴-۹- **خوراک مصرفی**	۴۶
۴-۱۰- ضریب تبدیل غذایی	۴۷
۴-۱۱- ضریب رشد ویژه	۴۸
۴-۱۲- نسبت بازده پروتئین	۴۹
۴-۱۳- کارایی غذا	۵۰
۴-۱۴- درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین	۵۱
فصل پنجم : بحث و نتیجه گیری	۵۲
۵-۱- بحث	۵۳
۵-۲- نتیجه گیری	۶۲
پیشنهادات	۶۳
پیوست ها	۶۴
فهرست منابع	۸۸
خلاصه انگلیسی (Abstract)	۹۷

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱- طرح کلی تیمارهای آزمون ۲۶

جدول۲-۲- اجزاء غذایی و ترکیب هر یک از جیره های آزمایشی ۲۷

جدول۴-۱- میزان بقا ۷۲

جدول۴-۲- میزان پروتئین بافت لاشه ۷۳

جدول۴-۳- میزان چربی بافت لاشه ۷۴

جدول۴-۴- میزان انرژی خام (GE) موجود در لاشه نهایی ۷۵

جدول۴-۵- افزایش وزن ۷۶

جدول۴-۶- درصد افزایش وزن ۷۷

جدول۴-۷- افزایش طول ۷۸

جدول۴-۸- فاکتور وضعیت ۷۹

جدول۴-۹- خوراک مصرفی ۸۰

جدول۴-۱۰- ضریب تبدیل غذایی ۸۱

جدول۴-۱۱- ضریب رشد ویژه ۸۲

جدول۴-۱۲- نسبت بازده پروتئین ۸۳

جدول۴-۱۳- کارایی غذا ۸۴

جدول۴-۱۴- درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین ۸۵

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار۴-۱- نتایج میزان بقا و بازماندگی قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد ۳۸

نمودار۴-۲- نتایج میزان پروتئین لاشه قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی مختلف و شاهد ۳۹

نمودار۴-۳- نتایج میزان چربی لاشه قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی مختلف و شاهد ۴۰

نمودار۴-۴- نتایج میزان انرژی خام (GE) لاشه ماهیهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد ۴۱

نمودار۴-۵- نتایج میزان افزایش وزن قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی مختلف و شاهد ۴۲

نمودار۴-۶- نتایج درصد افزایش وزن قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد ۴۳

نمودار۴-۷- نتایج میزان افزایش طول قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد ۴۴

نمودار۴-۸- نتایج میزان فاکتور وضعیت قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد ۴۵

نمودار۴-۹- نتایج میزان خوراک مصرفی قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد ۴۶

نمودار۴-۱۰- نتایج میزان ضریب تبدیل غذایی جیره های حاوی مقادیر مختلف آرد سویا و آرد ماهی و مکمل آنزیمی در تغذیه قزل آلاها ۴۷

نمودار۴-۱۱- نتایج میزان ضریب رشد ویژه در قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد ۴۸

نمودار۴-۱۲- نتایج میزان نسبت بازده پروتئین جیره های حاوی مقادیر مختلف آرد سویا و آرد ماهی و مکمل آنزیمی در تغذیه قزل آلاها ۴۹

نمودار۴-۱۳- نتایج میزان کارایی جیره های حاوی مقادیر مختلف آرد سویا و آرد ماهی و مکمل آنزیمی در تغذیه قزل آلاها ۵۰

فهرست نمودارها

عنوان	صفحه
نمودار۴-۱۴- نتایج درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین جیره های حاوی مقادیر مختلف آرد سویا و آرد ماهی و مکمل آنزیمی در تغذیه قزل آلاها	۵۱
نمودار ۱ - روند تغییرات میزان اکسیژن محلول در آب حوضچه ها در طول دوره پرورش	۸۶
نمودار ۲ - روند تغییرات میزان pH آب حوضچه ها در طول دوره پرورش	۸۶
نمودار ۳ - روند تغییرات میانگین درجه حرارت آب حوضچه ها در طول دوره پرورش	۸۷

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل۱- مراحل ساخت جیره های آزمایشی : (وزن کشی ، مخلوط کردن ، چرخ کردن ، خشک کردن و بسته بندی)	۶۵
شکل۲- تجهیزات مورد استفاده برای تجزیه تقریبی غذا و لاشه	۶۶
شکل ۳- نمونه ای از ماهی های مورد آزمون	۶۷
شکل ۴- غذادهی به ماهی ها	۶۷
شکل ۵- استفاده از حفاظ توری بر روی حوضچه ها برای جلوگیری از ورود جانوران مزاحم	۶۷
شکل ۶- اندازه گیری دما و زیست سنجی ماهی ها	۶۸
شکل ۷- جمع آوری و تهیه نمونه های مدفوع	۶۹
شکل ۸- وزن کشی و آماده سازی نمونه های مدفوع	۶۹
شکل ۹- هیترهای مورد مصرف برای اندازه گیری Cr_2O_3 موجود در غذا و مدفوع	۶۹
شکل ۱۰- مراحل آماده سازی مدفوع و غذا برای اندازه گیری میزان Cr_2O_3 و قابلیت هضم ظاهری پروتئین	۷۰
شکل ۱۱- مراحل نهایی اندازه گیری میزان Cr_2O_3 مدفوع و غذا ، شامل به حجم رساندن با آب مقطر و اسپکتروفتومتری در طول موج ۳۵۰ نانومتر	۷۱

چکیده :

پژوهش حاضر به منظور ارزیابی تأثیر آویزایم به عنوان یک مکمل آنزیمی در جیره غذایی حاوی سویا بر رشد ، بقاء و قابلیت هضم پذیری این پروتئین گیاهی در ماهی قزل آلای رنگین کمان انجام شد . اساس تنظیم جیره های آزمایشی در این تحقیق ، جایگزینی به ترتیب ۲۵ ، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصدی پروتئین آرد ماهی با پروتئین آرد سویا و استفاده از مقادیر متفاوت مولتی آنزیم آویزایم شامل دوز های صفر ، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm در جیره ها بود . لازم به ذکر است از جیره ای حاوی صفر درصد آرد سویا و ۱۰۰ درصد آرد ماهی، بدون افزودن آنزیم نیز بعنوان شاهد استفاده شد. بر همین اساس این پژوهش شامل ۱۳ تیمار و با احتساب ۳ تکرار برای هر تیمار ، دارای ۳۹ تکرار بوده است . بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان با میانگین وزن ۴/۰۱ ± ۸۹/۴۰ گرم و تراکم ۳۰ عدد در هر حوضچه ونیرو به مدت ۸ هفته با جیره های آزمایشی تغذیه شدند . برای ارزیابی قابلیت هضم ظاهری پروتئین ها تعداد ۱۰ عدد از ماهی های هر حوضچه به مدت یک هفته دیگر با جیره های حاوی اکسید کروم(Cr_2O_3)تغذیه شدند .

بررسی آماری نتایج حاصل از این پژوهش نشان دادند که مولتی آنزیم آویزایم حاوی پروتئاز ، زایلاناز و آمیلاز، کارایی مثبتی در برطرف نمودن اثرات منفی استفاده از آرد سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان دارد و به تبع آن موجب بهبود شاخص های رشد ، بقا و قابلیت هضم پروتئین سویا می گردد .

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمارهای حاوی ۲۵ ٪ و ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا (بترتیب معادل ۱۹ ٪ و ۳۹ ٪ کل وزن جیره) در میزان بقا و بازماندگی اختلاف معنی داری با تیمار شاهد نداشتند اما در تیمارهای دیگر که میزان آرد سویای جیره غذایی افزایش یافت ، میزان بازماندگی و بقا کاهش یافت . از سوی دیگر افزایش سطح پروتئین سویا و همینطور افزایش میزان مکمل آنزیمی در جیره غذایی تیمارهای مختلف تاثیر معنی داری بر ارزش غذایی لاشه محصول نداشته است اما تیمارهای حاوی ۲۵ ٪ و ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا (بترتیب معادل ۱۹ ٪ و ۳۹ ٪ کل وزن جیره) در فاکتورهای افزایش وزن بدن ، درصد افزایش وزن بدن ، رشد طولی بدن ، فاکتور وضعیت ، میزان غذای خورده شده روزانه ، ضریب تبدیل غذایی ، ضریب رشد ویژه ، نسبت بازده پروتئین ، میزان کارایی غذا و درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین اختلاف معنی داری با تیمار شاهد نداشتند .

در تیمارهای حاوی مقادیر بیشتر آرد سویا هم علی رغم نزول معنی دار تمامی فاکتور های ذکر شده ، در تیمارهای حاوی میزان آرد سویای یکسان با افزایش میزان مکمل آنزیمی بهبود شرایط رشد و تغذیه مشاهده شد که موید تاثیرات مثبت این مکمل آنزیمی در جیره های حاوی آرد سویا بوده است .

بطور کلی نتایج این پژوهش استفاده از دوز ۱۰۰۰ ppm مولتی آنزیم مذکور در جیره های حاوی آرد سویا را توصیه می کند ، هرچند شاید مقادیر بیشتر این مکمل در جیره های غذایی دارای تاثیرات بهتری هم باشد اما تایید آن منوط به پژوهش های بعدی خواهد بود . از سوی دیگر نتایج این پژوهش نشان داد که می توان با اضافه نمودن ۱۰۰۰ ppm مولتی آنزیم آویزایم به جیره های غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان ، میزان آرد سویای موجود درجیره را تا ۳۹ ٪ افزایش داد ، بدون اینکه بر روی شاخص های رشد ، تغذیه و بقای ماهی ها تاثیری منفی گذاشته شود . بدین ترتیب می توان با تولید غذایی ارزان تر که از مواد در دسترس تر تهیه شده به اقتصاد آبزی پروری قزل آلای رنگین کمان کمک نمود .

واژه های کلیدی: آرد سویا ، مولتی آنزیم آویزایم ، تغذیه ، رشد ، قابلیت هضم پروتئین ، ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

مقدمه

مطابق با داده های آماری سازمان خوار و بار و کشاورزی سازمان ملل(FAO) ، آبزی پروری با سرعت زیادی در نقاط مختلف دنیا رو به توسعه و گسترش بوده و در سالهای اخیر تولیدات آبزی پروری رشدی حدود ۱۵ درصد در سال داشته است که این نرخ رشد حداقل تا سال ۲۰۱۰ میلادی ادامه پیدا می کند(Hardy، 2000) .
این حرکت نوید بخش علی رغم دارا بودن محاسن زیاد ، خود دچار مشکلات مختلفی است .
یکی از بزرگترین مشکلات پیش روی آبزی پروری ، بخصوص در مورد ماهیان گوشتخوار مثل آزاد ماهیان دسترسی کم به آرد ماهی است که دلیل آن افزایش تقاضا و کاهش ذخایر ماهیان مورد نیاز بعنوان ماده اولیه و متعاقب آن کاهش میزان تولید این ماده می باشد که این امر خود منجر به افزایش قیمت آن می گردد(Hendricks et al., 1991; Ayoleke et al., 2006) .
غذای ماهی همواره بیشترین میزان هزینه جاری را در امر آبزی پروری بخود اختصاص می دهد و از میان مواد اولیه جیره غذایی آزاد ماهیان ، آرد ماهی بعنوان منبع پروتئینی دارای بیشترین سهم در این مورد می باشد ، بطوریکه هزینه تهیه این ماده حدود ۵۱٪ هزینه تولید را شامل می شود(Forster et al., 1990).
افزایش قیمت آرد ماهی تاثیر مستقیمی بر افزایش قیمت ماهی پرورشی دارد و این امر خود یکی از عوامل عدم گسترش و پیشرفت صنعت آبزی پروری خواهد بود در حالی که با افزایش جمعیت ، نیاز جامعه به دسترسی به پروتئین و غذای دریایی بیشتر شده ، توسعه سریع این صنعت مورد نیاز می باشد.

با توجه به این مطالب یافتن جایگزین مناسب پروتئینی بجای آرد ماهی ضروری بنظر می رسد.
ازجمله مواد غذایی که بعنوان جایگزین این ماده مطرح هستند عبارتند از :
۱- ضایعات کشتارگاهی
۲- ضایعات صید و صیدهای ضمنی
۳- غلات و دانه های روغنی
در این میان ضایعات کشتارگاهی بعلت کیفیت متغیر و دارا بودن خاکستر زیاد در ترکیب بافت خود و همچنین قابلیت هضم کم که ناشی از وجود کلاژن زیاد در ترکیبشان می باشد به تنهایی قادر به جایگزینی نیستند ،

هرچند به علت پروفایل مناسب آمینواسیدی میتوانند مکمل خوبی در کنار سایر منابع پروتئینی خصوصاً از نوع گیاهی باشند.

ضایعات صید و صیدهای ضمنی هم بخاطر وجود موانع زیاد در امر جمع آوری و فرآوری ، پتانسیل بالایی برای جایگزینی ندارند(Hardy., 2000).

در این میان محصولات جانبی دانه های روغنی و غلات یکی از گزینه های مناسب برای تامین پروتئین و انرژی غذای آبزیان می باشند(Hardy., 2000) . در همین راستا از سوی بسیاری از محققین سویا بخاطر دارا بودن مواد مغذی خوب وتعادل آمینواسیدی مناسب و همینطور روند رو به رشد افزایش تولید آن ، برای این امر پیشنهاد شده است (Hardy.,1982; Alexis., 1990; Hendricks et al.,1991) .

طی دهه های اخیر سطح زیر کشت سویا در جهان افزایش یافته و تولید آن علی رغم وجود نوساناتی چند روندی رو به رشد نشان می دهد . سطح زیر کشت و تولید این ماده در ایران هم همگام با شرایط جهانی روندی فزاینده داشته است . بعنوان مثال در سال ۱۳۷۳ میزان تولید سویا در کشور معادل ۷۹۰۳۴ تن بوده که با روندی افزایشی در سال ۱۳۸۵ به ۱۴۰۹۶۸ تن رسیده است و پیش بینی می شود سطح زیر کشت آن هم که در سال ۱۳۸۵ معادل ۷۴۴۶۱ هکتار بوده است ، طی ۱۰ سال آینده به حدود۳۰۰ هزار هکتار افزایش یابد (دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی ، ۱۳۸۶) ، درضمن قیمت تمام شده تولید هر واحد آرد سویا تقریباً نصف قیمت تولید همان میزان آرد ماهی است .

این افزایش تولید و همینطور قیمت مناسب و ارزان امکان جایگزینی این منبع پروتئینی بجای آرد ماهی ، در جیره غذایی آبزیان پرورشی را افزایش می دهد ، خصوصاً با توجه به این که آزمونهای مختلفی نیز قابلیت جایگزینی آرد سویای پر کیفیت بجای بخشی از پروتئین جیره غذایی آزادماهیان را تایید نموده است (Hardy., 1982; Yamamoto and Akiyama., 1991).

درضمن آرد سویا نسبت به آرد ماهی دارای پایداری بیشتری نسبت به فساد و اکسایش می باشد و عاری از قارچها و باکتری های مضر برای آبزیان است(Swick et al., 1995) .

اما بنا به دلایل مختلف نسبت استفاده از این ماده در جیره غذایی آزاد ماهیان تا کنون چندان زیاد نیست . از مهمترین دلایل این امروجود ترکیبات ضد مغذی در آرد سویا است. این ترکیبات ، خصوصاً بازدارنده های تریپسین و لکتین در سویا می توانند دستگاه گوارش این ماهیها را دچار تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک

کنند که منجر به کاهش میزان هضم پذیری پروتئین غذا شده و در نهایت کاهش رشد را در پی خواهد داشت (Grant et al.,1989; Arnesen et al., 1990; Vanden Ingh et al.,1991; Krogdahl et al.,1994) .

همچنین عناصر ضد مغذی دیگری مثل urease ، اسید فیتیک و آنتی ژن ها هم در سویا موجودند که می توانند روند هضم را دچار اختلال نمایند (Rackis., 1974; Rumsey et al., 1994; Bureau et al., 1998; Refstie et al., 2000; Storebakken et al., 2000) .

آرد سویا در عین حال حاوی حدود ۳۰٪ پلی ساکارید های غیر نشاسته ای(NSPs) غیر قابل هضم مثل آربینوزایلان (Arbino xylane) و سلولز می باشد که می توانند بر پروسه هضم تاثیرات منفی بگذار ند (Rackis ., 1974 ; Synder and Kwon ., 1987 ; Storebakken et al ., 2000 ; Mussatto and Mancilha ., 2007).

هدف از پژوهش پیش روی ، استفاده از مولتی آنزیم پروتئاز (Protease) و کربوهیدراتاز (Carbohydratase) در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و بررسی اثر این مکمل ها بر قابلیت بهره گیری از مقادیر مختلف آرد سویا در جیره مذکور می باشد. بدیهی است چنانچه نتایج مثبتی از این پژوهش حاصل شود ، راهکاری مناسب جهت کاهش مصرف آرد ماهی در جیره غذایی این ماهی ها و درنتیجه کاهش قیمت تمام شده محصول پیدا خواهد شد.

از سوی دیگر تحقیقات نشان داده اند که استفاده از مقادیر بیشتر سویا در جیره غذایی باعث کاهش میزان مواد دفعی جامد خواهد شد(Cho and Bureau., 2001) و پیش بینی می شود استفاده از مکمل های آنزیمی مذکور با افزایش قابلیت هضم پذیری مواد غذایی جیره و همینطور ایجاد امکان بهره گیری از مقادیر بیشتر سویا در جیره غذایی باعث کاهش بیشتر مواد دفعی جامد گردد که این امر خود راهکار مناسبی جهت بهبود مدیریت استخرها خصوصاً استخرهای مدور و چند ضلعی می باشد و همچنین امکان بهره گیری از سیستم آب برگشتی جهت کاهش نیاز مزارع به منابع آبی و همینطور امکان افزایش تولید را فراهم خواهد نمود.

با توجه به نکات فوق الذکر در این پژوهش اهداف زیر مدنظر است :

۱ – افزایش جایگزینی پودر سویا به جای پودر ماهی در جیره غذایی ماهی قزل آلا
۲ – بررسی کاربرد مولتی آنزیم آویزایم (Avizyme) در جیره غذایی قزل آلا
۳ – بررسی تعیین سطح مطلوب مولتی آنزیم آویزایم در جیره غذایی ماهی قزل آلا
۴ – بررسی قابلیت هضم پذیری آرد سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلا با کمک مولتی آنزیم مذکور و بدون آن

بر اساس اهداف فوق فرضیه هایی که در این تحقیق مد نظر بوده است به شرح ذیل می باشد :

۱- مقادیر متفاوت مولتی آنزیم آویزایم در جایگزینی آرد سویا به جای آرد ماهی در جیره غذایی قزل آلا اثر معنی داری دارد .
۲- استفاده از مولتی آنزیم آویزایم در جیره غذایی قزل آلا باعث افزایش قابلیت هضم پروتئین آرد سویا می گردد .

فصل اول :

کلیات

۱ – کلیات

۱ -۱ – سویا :

نباتات روغنی به عنوان یکی از منابع عمده تأمین مواد غذایی در مساحتی معادل یکصد میلیون هکتار از اراضی جهان کشت می گردد و تقریبا نیمی از این سطح کشت به سویا اختصاص دارد و در حال افزایش هم هست .

هرچند از سال ۱۳۱۰ و بروایاتی قبل از آن سویا در ایران معرفی شد اما زراعت آن به عنوان دانه ای روغنی از حدود سال ۱۳۴۲ با وارد کردن بذر آن به ایران در مناطقی مانند مازندران آغاز و متعاقب آن کشت سویا توسط شرکت سهامی‌دانه‌های روغنی در برخی دیگر از نقاط کشور معمول شد .

در حال حاضر هم مهم‌ترین مناطق کشت سویا در کشور استان‌های مازندران ، گلستان ، لرستان ، آذربایجان شرقی و دشت مغان می باشند (خواجه پور ، ۱۳۷۶) .

طی سالهای اخیر با افزایش تقاضا برای استفاده از این ماده برای مصارف غذایی انسانی و همینطور خوراک دام و طیور و آبزیان سطح زیر کشت آن هم افزایش یافته و پیش بینی می شود تا ۱۰ سال آینده به حدود ۳ تا ۴ برابر میزان فعلی هم برسد .

سویا، گیاهی یک ساله از خانواده بقولات است و بطور کلی منبعی مهم برای تامین کربوهیدرات، پروتئین و چربی می باشد (خواجه پور ، ۱۳۷۶) .

دانه این گیاه دارای ۱۶ – ۲۴ ٪ چربی ، ۳۷ – ۴۵ ٪ پروتئین و حدود ۲۵ ٪ کربوهیدرات می باشد (NRC ., 1993) . دلیل اهمیت این گیاه ، دانه‌های سرشار از پروتئین آن است ، پروتئین سویا به علت داشتن اکثر اسیدهای آمینه مورد نیاز رشد بدن برای تامین نیاز پروتئینی جیره های غذایی آبزیان بسیار مفید است . دانه سویا همه ۹ اسید آمینه ضروری رادراست در ضمن دارای میزان بالایی از اسیدهای چرب امگا ۳ هم می باشد که در رشد و سلامت موجود نقش بسزایی دارند .

ساختمان فیزیکی محصولات سویا دارای بافت ویژه ای هستند ، و بخاطر داشتن مجموعه‌ای از فیبرهای قابل رویت که حالت ارتجاعی دارند شباهت بافتی زیادی با پروتئین های جانوری دارد بطوریکه حتی امروزه این

محصولات پروتئینی فیبری توانسته‌اند بعنوان جایگزین های گوشتی در غذای انسان ها هم ، موفقیت زیادی را در بازار غذاهای طبیعی کسب نمایند .

چنانکه گفته شد دانه سویا حاوی مقادیر قابل توجهی انواع کربوهیدارت و چربی هم می باشد . این دانه همچنین دارای مقادیر مناسبی از فسفر ، کلسیم ، آهن ، منیزیم ، روی ، فیبر و ویتامین های D ، E ، A ، B_1 و B_2 نیز می باشد (Alexis., 1990) .

سویا همچنین دارای آنتی بیوتیکی بنام کاناوالین بوده و مصرف آن در جیره غذایی آبزیان به حفظ سلامت دستگاه گوارش آنها کمک می کند . اما باید توجه داشت که حدود ۳۰ ٪ از کربوهیدراتهای موجود در سویا شامل کربو هیدراتهای غیر نشاسته ای مانند آربینوزایلان و سلولز بوده و برای آبزیان گوشتخوار غیر قابل هضم می باشد(Rackis., 1974; Storebakken et al; 2000) .

درضمن دانه سویا دارای مقادیر بالایی ترکیبات ضد مغذی هم می باشد که موجب بروز اختلال در هضم پروتئین های آن در دستگاه گوارش آبزیان گوشتخوار می گردد. وجود این موانع باعث شده که علی رغم محاسن موجود در این ماده غذایی نسبت استفاده از آن در جیره ماهیان پرورشی گوشتخواری مانند قزل آلای رنگین کمان حداکثر به ۲۰ – ۲۵ ٪ محدود شود (Pongmaneerat and Watanabe ., 1992) .

۱ – ۲ – ترکیبات ضد مغذی :

ترکیبات مختلفی که بعنوان غذا مصرف می شوند ، گاه به همراه خود موادی دارند که نه تنها در رشد و ترمیم موثر نیستند بلکه بطور مستقیم و یا غیر مستقیم موجب اختلالاتی در روند متعادل حیات موجودات مصرف کننده می گردند . چنین ترکیباتی را بنام ترکیبات ضد مغذی می خوانند (سحری و شریعتمداری ، ۱۳۸۱) .

عمده این ترکیبات شامل :

بازدارنده های پروتئینی ، بازدارنده های عناصر معدنی ، عناصر ضد ویتامینه و .... می باشند .

در این بین بازدارنده های پروتئینی خود شامل موارد زیر است :

– بازدارنده های آنزیم پروتئاز (بازدارنده تریپسین(STI) و بازدارنده کموتریپسین(BBTI))

– لکتین ها (Lectins)

- تانن ها (Tannins)

- ساپونین ها (Saponins)

این ترکیبات به طرق مختلف مانند ترکیب با آنزیم ها و جلوگیری از اثر آنها بر پروتئین های مصرفی باعث کاهش هضم پذیری منابع پروتئینی موجود در غذا می گردند .

بازدارنده های مواد معدنی هم شامل موارد زیر هستند :

- کیلات ها (Chelate) مانند اسید فیتیک(Phytic acid) ، اسید اکسالیک(Oxalic acid) و . . .

- گلوکوزینولات ها(Glucosinolates)

- گوسیپول(Gosipule)

ترکیبات ضد ویتامینه هم خود شامل طیف وسیعی از ترکیبات گوناگون هستند که بطور مستقیم یا در برهم کنش با ترکیبات دیگر مانع هضم و جذب ساختارهای ویتامینی می شوند .

۱ – ۳ – روش های مقابله با بازدارنده های پروتئینی :

از آنجا که هدف این پژوهش بررسی امکان افزایش پروتئین آرد سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلا می باشد و با توجه به این که آرد سویا چنانکه گفته شد دارای ترکیبات بازدارنده پروتئینی می باشد لازم بنظر می رسد تا راهکاری مناسب برای مقابله با این ترکیبات پیدا نمود .

برای از بین بردن اثرات سوء این ترکیبات ابتدا باید از ساختار و عملکرد این ترکیبات آگاهی داشت ، بعنوان مثال لکتین ها ساختاری گلیکو پروتئینی دارند و بخاطر غشاء گلیکوبید خود در برابر آنزیم های پروتئاز بسیار مقاومند. لکتین ها با اثر بر اپیتلیوم روده و با افزایش سطح موکوس و ایجاد اسهال باعث دفع میزان زیادی از پروتئین های مصرفی می گردند. بازدارنده های آنزیم پروتئاز هم که اثری سوء بر عملکرد آنزیم های تریپسین و کموتریپسین می گذارند مانعی در امر شکستن ژلاتین محسوب می شوند .

تاننها از ترکیبات پلی فنلی تشکیل شده اند و با ایجاد پیوند های تقاطعی بین پروتئین ها و سایر مولکولها مانند کربو هیدرات های نشاسته ای مانع هضم پذیری آنها می شوند .

ساپونین ها هم ساختاری گلوکوزیدی دارند و مانعی برای جذب پروتئین های غذا محسوب می شوند .

با توجه به مطالب فوق ، دانشمندان شروع به تحقیقات جهت یافتن راهکاری مناسب برای ازبین بردن و یا کاهش اثرات سوء این ترکیبات ضد مغذی در آرد سویا نمودند تا از این راه امکان افزایش میزان آن را در جیره غذایی ماهی ها میسر کنند .

در همین راستا در تحقیقات مختلفی تیمارهای حرارتی متفاوتی از نظر شدت و مدت حرارت دهی طی آماده سازی آرد سویا بکار گرفته شدند و اثرات آنها بر غیر فعال سازی عناصر ضد مغذی ، خصوصاً بازدارنده های تریپسین و همینطور ارزش غذایی آرد سویا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیقات نشان داد که بطور کلی استفاده از تیمارهای حرارتی برای فرآوری آرد سویا و حذف ترکیبات ضد مغذی آن اثرات مثبتی در پی دارد اما باید توجه داشت که استفاده از دماهای بالا و مدت طولانی حرارت دهی باعث کاهش ارزش غذایی این ماده می شود و ضریب تبدیل غذایی را در ماهی قزل آلای رنگین کمان افزایش می دهد (Hsu and Satter., 1995; Arndt et al., 1999 ; Kahn et al., 2003 ; Frederic et al., 2007).

در تحقیقی مشابه بر روی گربه ماهی نیز مشاهده شد که افزایش بیش از حد حرارت و یا طولانی شدن دوره حرارت دهی منجر به کاهش ارزش غذایی آرد سویا خواهد شد و کاهش قابلیت هضم را در پی خواهد داشت(Peresa et al., 2003) . حتی در تحقیقاتی دیگر، بر روی قزل آلای رنگین کمان مشاهده شد که افزایش میزان آرد سویا در جیره غذایی چه بصورت حرارت دیده و چه بصورت غیر حرارت دیده باعث کاهش جذب غذا ، کاهش قابلیت هضم پذیری و کاهش رشد گردید(Romarheim et al., 2006) .

درضمن از این نکته نباید غافل شد که افزایش حرارت ، امکان تخریب اسیدهای آمینه را هم افزایش می دهد (Storebakken et al ., 2000 ; Barrows et al., 2007) .

برای از بین بردن برخی از ترکیبات ضد مغذی روش هایی مانند خیساندن ، جوشاندن ، استفاده از اشعه گاما و مادون قرمز و غیره هم پیشنهاد شده است (سحری و شریعتمداری ، ۱۳۸۱) ، شستشو با محلول های الکلی هم از دیگر روش های پیشنهادی است (Zhang and Liu., 2005). اما باید توجه داشت که علی رغم وجود محاسن نسبی ، استفاده از این روشها صرف وقت و هزینه بیشتری را می طلبد.

در ضمن شدت عمل در روند عمل آوری می تواند بر کیفیت و محتوای پروتئینی منبع خوراکی تاثیر منفی بگذارد(سحری و شریعتمداری ، ۱۳۸۱).

لازم بذکر است که بخشی از کربو هیدراتها وپروتئین های موجود در سویا در حصار دیواره های سلولی محصورند و باید توجه داشت که هیچ حیوانی قادر به تولید همه آنزیم های لازم جهت شکستن دیواره سلولی موجود در غذای گیاهی نیست. حیوانات در این راستا به میکرو ارگانیسم های دستگاه گوارش خود متکی هستند. بر همین اساس تحقیقات مختلف نشان داده اند که اگر ترکیبات آنزیمی مورد نیاز در جیره غذایی ماهی استفاده شود باعث کاهش عملکرد عوامل ضد تغذیه ای می گردند که موجب اختلال در روند هضم طبیعی مواد مغذی می شود و از طرف دیگر استفاده از این آنزیم ها باعث افزایش قابلیت دسترسی به نشاسته وپروتئین موجود در دیواره سلول گیاه شده و در حقیقت به سیستم آنزیمی بدن جانور کمک می کند.

بر همین اساس تحقیقاتی بر روی استفاده از مکمل های آنزیمی در جیره غذایی به منظور کاهش اثرات سوء عناصر ضد مغذی و امکان افزایش میزان آرد سویا در جیره انجام شد که نتایج متفاوتی را نشان دادند .

بعنوان مثال از آنزیم پروتئولیتیک بعنوان تنها مکمل ، در جیره غذایی ماهی آزاد اقیانوس اطلس حاوی آرد سویا استفاده شد تا امکان هضم و جذب پروتئین های این گیاه در دستگاه گوارش این موجود را افزایش دهد ولی نتایج آزمون چندان رضایت بخش نبود (Carter et al., 1992). علت این امر شاید استفاده از آنزیم منفرد در این تحقیق بود ، شاهد این مدعا تحقیقات دیگری است که نشان داد که استفاده از مکمل های آنزیمی منفرد نتایج چندان رضایت بخشی را در پی نداشت (Reinitz et al., 1983) .

در تحقیق دیگری هم از آنزیم cocktail به تنهایی ،بعنوان مکمل در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان استفاده شد که مطابق نتایج ، استفاده از آن باعث بهبود میزان هضم پذیری غذا و همینطور رشد نشد اما میزان چسبندگی و سرعت دفع مدفوع را کاهش داد(Ayoleke et al., 2006) .

البته در کشور عزیز ما هم تحقیقاتی بر روی استفاده از آنزیم فیتاز در جیره قزل آلای حاوی آرد سویا صورت گرفت که نتایج نسبتاً رضایت بخش بوده است (زرگریان ، ۱۳۸۳) .

با توجه به گوناگونی عناصر ضد مغذی و عدم کارآیی مکمل های آنزیمی منفرد ، تحقیقات بر روی مکمل های مولتی آنزیمی انجام شد ، بعنوان مثال در پژوهشی دیگر که در آن اثرات استفاده از مکمل های آنزیمی بر قابلیت هضم و رشد ماهی آزاد اقیانوس اطلس بررسی شد ، جهت انجام پژوهش سه نوع جیره غذایی بترتیب زیر آماده شد :

۱- آرد ماهی بعنوان تنها منبع پروتئینی

۲- آردماهی + آرد سویا

۳- آرد ماهی + آرد سویا + مکمل های آنزیمی

مکمل های آنزیمی مورد مصرف از نوع پروتئاز و کربوهیدراتاز بودند .

مطابق با نتایج، گروه سوم ماهی ها بیشترین میزان جذب غذایی ، رشد و وزن نهایی را داشتند و جیره غذایی آنها دارای کمترین ضریب تبدیل بود(Carter et al., 1994) . نتایج این پژوهش یکی از بهترین راهکارهای کاهش اثرات سوء عناصر ضد مغذی آرد سویا در جیره غذایی آزادماهیان را نشان داد .

در پژوهشی دیگر هم اثرات تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان و آزاد اقیانوس اطلس توسط جیره حاوی آرد سویای چربی گیری شده مقایسه شد و مشاهده شد که قابلیت بهره گیری ماهی قزل آلا از آرد سویای موجود در جیره نسبت به ماهی آزاد بیشتر است. از اطلاعات جالب این پژوهش این بود که اعلام شد قزل آلای رنگین کمان انعطاف پذیری بالا تری نسبت به تغییر جیره غذایی دارد (Refstie et al., 1997) .

نتایج دو تحقیق اخیر این امید را پدید آورد که استفاده از یک مولتی آنزیم مناسب بعنوان مکمل در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان می تواند امکان استفاده بیشتر از آرد سویا در غذای این ماهی را افزایش دهد .

۱ – ۴ – تعریف آنزیم :

آنزیم ها پروتئین هایی با ساختمان مولکولی سه بعدی و پیچیده هستند که تحت شرایط واکنشی خاص (از نظر درجه حرارت ،pH و رطوبت) بر روی سوبستراهایی خاص عمل می کنند .

این مواد کاتالیزور های کارآمدی هستند که در تمام سیستم های بیولوژیک یافت می شوندو نوع واکنش های شیمیایی را تنظیم می نمایند .

۱ – ۵ – آنزیم های صنعتی :

علاوه بر آنزیم های طبیعی که در بدن موجودات تولید و ترشح می شوند ، می توان نسبت به تهیه آنزیم های مصنوعی نیز اقدام نمود . معمولاً آنزیم های مصنوعی از راه تخمیر تولید می شوند ، بدین ترتیب که ابتدا

میکروارگانیسم های مناسب برای تولید آنزیم مورد نظر انتخاب و تهیه می شوند ، سپس آنها را در محیطی مناسب پرورش داده و مخلوط آنزیم های تولید شده شان استحصال می گردد .
با خالص سازی آنزیم های مورد نظر و احتمالاً استفاده از فرآیند خشک کردن آنها می توان آنزیم مصنوعی را در دوزی مشخص تهیه نمود (پرهیزگار ، ۱۳۷۹) .

۱ – ۶ – تاریخچه استفاده از آنزیم در غذای جانوران :

کاربرد آنزیم تولید شده صنعتی در غذای حیوانات از سال ۱۹۵۰ شروع شده است . امروزه با استناد بر داده های بدست آمده از آزمایشات مختلف ، فرضیه استفاده از این آنزیم ها برای درمان در دامپزشکی و حل بعضی از مشکلات هضمی تغذیه ای و کاهش آلودگیهای محیطی ناشی از استفاده مواد معدنی و شیمیایی مطرح شده است(پرهیزگار ، ۱۳۷۹).
استفاده از آنزیم ها به منظور از بین بردن مواد ضد تغذیه ای مانند اسید فیتیک ، آنتی تریپسین ها و . . . در دانه های گیاهی می تواند موثر باشد ، در حالی که استفاده از فرآیند های حرارتی علی رغم از بین بردن برخی عوامل غیر تغذیه ای ، تاثیری منفی بر مواد مغذی شامل پروتئین ها و چربی ها و همینطور سایر اجزا خوراک از قبیل مواد معدنی و ویتامین ها داشته و قابلیت جذب آنها را کاهش می دهد .

۱– ۷ – مولتی آنزیم آویزایم (Avizyme 1502) :

آویزایم در واقع یک مولتی آنزیم چند منظوره است که توسط شرکت Biochem کشور آلمان تولید می شود و شامل مجموعه ای از آنزیم های زیر می باشد:

۱– پروتئاز ۸۰۰۰ units/gr
۲– زایلاناز ۶۰۰ units/gr
۳– آمیلاز ۸۰۰ units/gr

رطوبت این مولتی آنزیم هم حدود ۱۱ ٪ در نظر گرفته می شود .

این مولتی آنزیم در جیره غذایی طیور کاربرد دارد و نتایج درخشانی نشان داده است .

از آنجایی که این مولتی آنزیم به جیره غذایی حاوی آرد سویا اختصاص دارد نوع و کیفیت مواد خام جیره از قبیل کیفیت نشاسته و سطح لکتین و ممانعت کننده های تریپسین در کنجاله سویا می تواند در نحوه عملکرد آویزایم مورد توجه واقع شود .

با توجه به ساختار این مولتی آنزیم ، فرض بر آن است که همانند طیور ، در آبزیان بخصوص نمونه های گوشتخوار مانند قزل آلای رنگین کمان هم می توان با استفاده از آن در جیره غذایی ، قابلیت هضم منابع غذایی جیره های حاوی سویا را افزایش داد به این ترتیب که پروتئاز موجود در این آنزیم به عنوان نیرویی کمکی با افزایش سطح آنزیم های پروتئاز دستگاه گوارش ماهی قزل آلا ، بازدارنده های تریپسین ، کموتریپسین ، ساپونین و لکتین موجود در سویا که جزو مواد ضد تغذیه ای هستند و با اتصال به آنزیم های تجزیه کننده پروتئین از هضم پروتئین جلوگیری می نمایند را غیر فعال کرده و با کمک به سیستم گوارشی ماهی قابلیت هضم پروتئین سویا را افزایش می دهد .

آنزیم آمیلاز موجود در این مولتی آنزیم هم هضم پذیری کربوهیدرات های موجود در سویا را بالا برده و در نتیجه تولید انرژی برای انجام فعالیت ها را بیشتر خواهد نمود .

در ضمن چنانکه پیش تر گفته شده بود در سویا موادی مانند آربینوزایلان وجود دارند که جزو پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای هستند و وجود آنها مانع هضم نشاسته می شود. این مواد نیز بواسطه استفاده از آنزیم زایلاناز می تواند از بین برود و توان هضم نشاسته سویا را افزایش دهد .

البته بخش نشاسته ای آرد سویا یک ترکیب یکنواخت ندارد و بخشی از آن غیر قابل هضم می باشد .

نشاسته غیر قابل هضم هم خود به سه دسته تقسیم می شود :

۱- نشاسته مقاوم به هضم شماره یک :

از نظر فیزیکی در یک پوشش غیر قابل دسترسی قرار گرفته که حتی پس از آسیاب کردن از بین نمی رود .

۲- نشاسته مقاوم به هضم شماره دو :

به صورت دانه های کریستاله یافت می شوند و ترکیب آن به نسبت بین آمیلوز و آمیلوپکتین وابسته است هر چه نسبت بین آمیلوز و آمیلوپکتین بالاتر باشد قابلیت هضم این بخش کمتر می شود .

۳- نشاسته مقاوم به هضم شماره سه :

در حین فرآیند غذا سازی و ژلاتینه شدن سویا این نوع نشاسته به صورت خود به خود و با شکلی پیچیده تشکیل می شود . این بخش ژلاتینه بخاطر تشکیل پیوند با ترکیبات دیگر نظیر پروتئین ها و . . . نسبت به آمیلاز بسیار مقاوم است .

به این ترتیب برای شکستن نشاسته مقاوم به هضم شماره یک به آنزیم زایلاناز ، برای شکستن نشاسته مقاوم به هضم شماره دو به آنزیم آمیلاز و برای شکستن نشاسه مقاوم به هضم شماره سه به ترکیب آنزیم های پروتئاز، زایلاناز و آمیلاز نیاز می باشد که استفاده از مولتی آنزیم آویزایم تمامی این آنزیم ها را در اختیار قرار می دهد . علاوه بر محسنات فوق آنزیم های تشکیل دهنده این مولتی آنزیم می توانند با شکستن ساختار پوششی و ترکیبی ترکیبات ضد مغذی باعث غیر فعال شدن آنها شوند . در ضمن محتویات این مولتی آنزیم می تواند با شکستن پیوندهایی که ترکیبات ضد مغذی با مواد غذایی تشکیل می دهند و مانع هضم پذیری آنها می شوند ، آنها را در دسترس آنزیم های گوارشی قرار داده و میزان هضم و جذبشان را افزایش دهد.

به طور کلی رشد و توسعه میکروارگانیزم های موجود در دستگاه گوارش وابسته به مصرف مواد مغذی است و از سوی دیگر با توجه به این نکته که مواد مغذی که توسط موجود مورد استفاده قرار نمی گیرد به قسمتهای انتهایی روده می روند و توسط این میکروارگانیسم ها استفاده می شوند ، قابلیت هضم بالاتر مواد مغذی موجب می شود که مواد غذایی کمتری به بخش های پایین تر دستگاه گوارش برسد و به این ترتیب توسعه و رشد میکروب ها ی موجود در بخش انتهای دستگاه گوارش محدود می شود.

البته نکته ای که در استفاده از آویزایم باید رعایت نمود این است که این آنزیم بازده خود را تا دمای ۸۵ درجه سانتی گراد حفظ می نماید و استفاده از دماهای بالاتر در پروسه تولید غذای حاوی این مولتی آنزیم باعث عدم کارایی آن خواهد شد(گروه علمی تحقیقاتی بیوشم ،۱۳۸۴) .

فصل دوم :

سابقه تحقیق

۲ – سابقه تحقیق :

طبق بررسی های انجام شده در کتابخانه های ذیربط و منابع معتبر اینترنتی ، تا کنـون تحقیقـی پیرامـون بررسـی تاثیرات بکارگیری ترکیب آنزیمی پروتئاز و کربوهیدراتاز در میزان امکان بهره گیری ازآرد سویا و جـایگزینی آن با آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان انجام نشده است لـذا در ادامـه مطالـب بـه تعـدادی از پژوهش های مرتبط با تحقیق پیش روی اشاره می شود :

۲-۱- تحقیقات انجام شده در ایران:

– در تحقیق زرگریان در سال ۱۳۸۳ اثر آنزیم فیتاز (Phytase) به مقادیر مختلف صفر ، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ ppm و سویای جیره غذایی که به مقادیر صفر ، ۳۵ و ۷۵ درصد جایگزین آرد ماهی شده بود ، بر رشد و ترکیب بدن ماهی قزل آلا رنگین کمان مورد بررسی قرار گرفت که نشان داد با استفاده از این آنزیم می توان میزان سویای جیره را تا ۳۵ ٪ افزایش داد و رشد مناسبی بدست آورد .

– در تحقیق کریم زاده و همکاران در سال ۱۳۸۷ اثر سطوح مختلف مکمل آنزیمی ناتوزیم پلاس بمیزان صفر ، ۳۵۰ و ۵۰۰ ppm بر عملکرد رشد و غلظت هورمون های تیروئیدی (T_3 , T_4) ماهی قزل آلای رنگین کمان تغذیه شده با جیره حاوی ۵۰ ٪ کنجاله کانولا مورد ارزیابی قرار گرفت و مشاهده شد که جیره های حاوی ۵۰۰ ppm مکمل آنزیمی در کنار ۵۰ ٪ کنجاله کانولا شرایط بهتری را نسبت به دو تیمار دیگر نشان داد .

۲-۲- تحقیقات انجام شده در سایر کشورها:

– طی تحقیقات Hardy در سال ۱۹۸۲ که در آن امکان جایگزینی آرد سویا بجای آرد ماهی در جیره غذایی آزاد ماهیان مورد بحث قرار گرفت ، مشخص کرد که آرد سویای پر کیفیت قابلیت جایگزینی بخشی از پروتئین جیره غذایی این ماهی ها را داراست .

– در تحقیق Reinitz و همکاران در سال ۱۹۸۳ از مکمل آنزیمی پروتئولیتیک (proteolytic) بصورت منفرد در مقادیر ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm در جیره غذای آغازین ماهی قزل آلای رنگین کمان استفاده شد تا اثرات عناصر ضد مغذی آرد سویا کاسته شده و امکان افزایش میزان این ماده در جیره افزایش یابد ، اما نتایج این آزمون چندان رضایت بخش نبود.

– Synder و همکاران در سال ۱۹۸۷ اعلام کردند که وجود میزان زیاد پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای (NSPs) در سویا ، در صورت استفاده زیاد از این ماده در جیره غذایی ، باعث بروز اختلال در هضم پذیری این ماده در دستگاه گوارش ماهی ها می شود.

– Vanden Ingh و همکاران وی طی مطالعاتی در سال ۱۹۹۱ اعلام کردند که وجود عناصر ضد مغذی خصوصاً بازدارنده های تریپسین و لکتین در سویا می تواند باعث بروز اثرات کاهنده بر میزان هضم غذا و همینطور بروز تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در دستگاه گوارش آزاد ماهیان گردد.

– Yamamoto و Akiyama هم طی تحقیقاتی که در سال ۱۹۹۱ بر روی امکان جایگزینی آرد سویا بجای آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل آلا انجام دادند، نشان دادند که می توان آرد سویا را جایگزین ۲۰ ٪ از پروتئین حیوانی مورد مصرف در جیره غذایی این ماهی نمود .

– Carter و همکاران در سال ۱۹۹۲ برای کاهش اثرات سوء آرد سویا ، از آنزیم پروتئولیتیک بعنوان مکملی منفرد ، در جیره غذایی ماهی آزاد اقیانوس اطلس حاوی آرد سویا بمیزان ۵۰ ٪ استفاده شد ولی نتایج آزمون چندان رضایت بخش نبود .

– در تحقیق Rumsey و همکاران در سال ۱۹۹۴ تاثیرات جایگزینی آرد سویا به میزان ۳۳ ٪ و ۶۶ ٪ بجای آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان بر فاکتورهای خونی و میزان بهره گیری از پروتئین جیره و همینطور رشد محاسبه شد و مطابق نتایج ، استفاده از جیره های حاوی مقادیر بیشتر سویا (۶۶ ٪) باعث

قابلیت کمتر بهره گیری از پروتئین و همینطور کاهش رشد شد و علت بروز موارد فوق وجود آنتی ژن های پروتئینی و عناصر ضد مغذی در آرد سویا عنوان گردید .

– در پژوهش Carter و همکارانش در سال ۱۹۹۴ ، اثرات استفاده از مکمل های آنزیمی بر قابلیت هضم و رشد ماهی آزاد اقیانوس اطلس بررسی شد. جهت این امر سه نوع جیره غذایی بترتیب زیر آماده شد :

۱– جیره ای حاوی ۶۵/۸ ٪ آرد ماهی بعنوان تنها منبع پروتئینی

۲– جیره ای حاوی ۴۳/۵ ٪ آردماهی + ۳۳/۹ ٪ آرد سویا

۳– جیره ای حاوی ۴۳/۵ ٪ آردماهی + ۳۳/۹ ٪ آرد سویا + مکمل های آنزیمی پروتئاز و کربوهیدراتاز بمیزان ۱ ٪ وزن جیره

مطابق با نتایج این پژوهش ، گروه سوم این آزاد ماهیان بیشترین میزان جذب غذایی ، رشد و وزن نهایی را داشتند و جیره غذایی آنها دارای کمترین میزان ضریب تبدیل بود .

– Emidio و همکاران نیز در سال ۱۹۹۵ تحقیقاتی بر روی امکان جایگزینی مخلوط برخی پروتئین های گیاهی به میزان ۳۳ و ۶۶ ٪ بجای آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان انجام دادند و مشخص شد که می توان جیره حاوی ۲۲/۴ ٪ آرد سویا و ۲۵ ٪ آرد گندم در کنار ۲۰ ٪ آرد ماهی را بدون وجود تفاوتی معنی دار جایگزین جیره شاهد حاوی آرد ماهی بعنوان تنها منبع پروتئینی نمود .

– در تحقیقات Refstie و همکاران در سال ۱۹۹۷ نیز امکان جایگزینی آرد سویا به میزان ۶۰ ٪ بجای آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان بررسی شد و مطابق نتایج با افزایش میزان آرد سویا در جیره میزان رشد و قابلیت هضم پذیری غذا کاهش یافت .

– در تحقیق Dabrowski و همکاران در سال ۱۹۹۸ میزان اثر جایگزینی آرد سویا در مقادیر ۵۰ و ۱۰۰ ٪ بجای آرد ماهی بر میزان فعالیت آنزیمهای پروتئولیتیک مترشحه از پانکراس قزل آلا بررسی شد و مشاهده شد که افزایش آردسویا در جیره غذایی و متعاقب آن افزایش عناصر ضد مغذی در آن ، باعث کاهش میزان فعالیت

آنزیم های پروتئولیتیک پانکراس گردید . در ضمن میزان رشد ماهی ها با افزایش میزان آردسویای جیره غذایی به ۵۰ ٪ به میزان زیادی کاهش یافت و با زیاد شدن سهم این ماده در جیره غذایی به میزان ۱۰۰ ٪ متوقف شد و منجر به مرگ و میر گردید.

– Burrells و همکاران در سال ۱۹۹۹ در پژوهشی اثرات فیزیولوژیک ، پاتولوژیک و ایمونولوژیک استفاده از آرد سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان را بررسی کردند که نتایج نشان دادند که استفاده از آرد سویا در مقادیر ۲۰ – ۳۰ ٪ اثرات سوء ندارد ولی استفاده از مقادیر بیشتر این ماده در جیره غذایی باعث بروز اثرات نامطلوب فیزیولوژیک و ایمونولوژیک می شود و در عین حال میزان رشد را کاهش می دهد.

– Storebakken و همکاران در سال ۲۰۰۰ طی پژوهشی وجود بازدارنده های تریپسین ، urease و اسید فیتیک در سویا ، در کنار وجود سایر عناصر ضد مغذی دیگر در آن را باعث اختلال در روند هضم پذیری پروتئین و همینطور رشد ماهی آزاد اقیانوس اطلس اعلام کردند .

– طی تحقیقات Hardy در سال ۲۰۰۰ ، که بر روی امکان جایگزینی برخی مواد غذایی بعنوان منبع پروتئینی، با آرد ماهی در جیره غذایی ماهی ها انجام شد ، از میان موادی نظیر ضایعات کشتارگاهی ، ضایعات صید و صید ضمنی و غلات و دانه های روغنی گروه آخر بعنوان بهترین گزینه جایگزینی مطرح شدند.

– در تحقیقات Refstie و همکاران در سال ۲۰۰۰ اثرات تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان و آزاد اقیانوس اطلس توسط جیره حاوی۳۰ ٪ آرد سویای چربی گیری شده مقایسه شد و مشاهده شد که قابلیت بهره گیری ماهی قزل آلا از آرد سویای موجود در جیره نسبت به ماهی آزاد بیشتر است.
از اطلاعات جالب این پژوهش این بود که اعلام شد قزل آلای رنگین کمان انعطاف پذیری بالایی نسبت به تغییر جیره غذایی دارد.

– تحقیقات Cho و Bureau در سال ۲۰۰۱ هم که بر روی امکان جایگزینی آرد سویا در مقادیر ۲۵ و ۵۰ ٪ بجای آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل آلا انجام شد ، نشان داد که استفاده از آرد سویا در مقادیر بیشتر بعنوان جایگزین آرد ماهی در جیره غذایی ماهی ها منجر به کاهش حجم مواد دفعی جامد می گردد.

– Peresa و همکاران وی در سال ۲۰۰۳ اثرات حرارت ۱۳۰ درجه سانتی گراد طی دوره های زمانی ۵ ، ۱۰ ، ۲۰ و ۴۰ دقیقه ای ، را بر ارزش غذایی آرد سویای مورد استفاده در جیره غذایی گربه ماهی که ۴۵ ٪ وزن جیره را شامل می شد ، بررسی کردند و مشاهده شد که طولانی شدن دوره حرارت دهی به ۴۰ دقیقه منجر به کاهش دریافت غذا توسط ماهی ها و افزایش مرگ و میر آنها خواهد شد .

– در تحقیق Romarheim و همکاران در سال ۲۰۰۶ دو جیره غذایی مختلف حاوی ۲۹ ٪ آرد ماهی و ۲۵ ٪ آرد سویای حرارت دیده و غیر حرارت دیده ، جهت بررسی تاثیر حرارت در کاهش اثرات منفی ترکیبات ضد مغذی جیره ها با جیره شاهد حاوی ۴۹ ٪ آرد ماهی و بدون آرد سویا مقایسه شدند و مطابق نتایج در جیره های حاوی آرد سویا چه بصورت حرارت دیده و چه بصورت غیر حرارت دیده کاهش جذب غذا ، کاهش قابلیت هضم پذیری و کاهش رشد نسبت به جیره شاهد مشاهده شد .

– در تحقیق Ayoleke و همکاران در سال ۲۰۰۶ از مکمل آنزیمی cocktail بصورت منفرد و به میزان صفر ، ۱ و ۲/۵ ppm ، در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان حاوی مقادیر صفر ، ۱۰ و ۲۰ ٪ آرد سویا استفاده شد که مطابق نتایج استفاده از آن باعث بهبود میزان هضم پذیری غذا و همینطور رشد نشد اما میزان چسبندگی و سرعت دفع مدفوع را کاهش داد .

– Hernandez و همکاران در سال ۲۰۰۷ با تحقیقاتی بر روی قابلیت جایگزینی آرد سویا بجای آرد ماهی در جیره غذایی شانک پوزه تیز (*Diplodus puntazzo*) که در آن آرد سویا با مقادیر مختلف صفر ، ۲۰ ، ۴۰ و ۶۰ ٪ در جیره ای ایزوانرژیک و ایزونوتریژنیک با آرد ماهی تعویض گردید ، مشاهده کردند که با افزایش میزان

سویا به بیش از ۲۰ ٪ در جیره غذایی این ماهی قابلیت هضم پروتئینی و همینطور وزن نهایی ماهی کاهش و ضریب تبدیل غذایی افزایش می یابد.

– در پژوهش Lilleeng و همکاران در سال ۲۰۰۷ که در آن جیره های غذایی حاوی آرد سویا و آرد ماهی از نظر تاثیر گزاری بر میزان فعالیت تریپسین دستگاه گوارش ماهی آزاد اقیانوس اطلس با هم مقایسه شدند. مطابق نتایج در جیره حاوی آردسویا به میزان ۳۰ ٪ میزان فعالیت تریپسین در قسمت ابتدایی روده و دستگاه گوارش کاهش یافت که نمایانگر اثرات منفی بازدارنده های تریپسین موجود در آرد سویا می باشد.

– طی مطالعات Ferederic و همکاران وی در سال ۲۰۰۷ تیمارهای حرارتی مختلفی از نظر شدت (۹۳ و ۱۲۷ درجه سانتیگراد) و مدت حرارت دهی (۱۸ و ۳۷ ثانیه) طی آماده سازی آرد سویا جهت استفاده در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان بکار گرفته شد و اثرات آنها بر غیر فعال سازی عناصر ضد مغذی ، خصوصاً بازدارنده های تریپسین امتحان شد.
نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از دمای بالاتر و مدت طولانی تر حرارت دهی باعث کاهش ارزش غذایی آرد سویا می شود و ضریب تبدیل غذایی را افزایش می دهد.

فصل سوم :

مواد و روش ها

۳ – مواد و روش ها

۳ – ۱ – مواد

بطور کلی دو دسته مواد مصرفی و وسایل و تجهیزات غیر مصرفی در این آزمون بکار برده شد که به شرح زیر می باشند :

۳ -۱ -۱ – مواد مصرفی :

اصلی ترین این مواد ترکیبات تشکیل دهنده جیره غذایی بودند که شامل موارد زیر بوده اند:

آرد سویا و آرد گندم (تهیه شده از کارخانه خوراک دام و طیور زرین بالان شمال) ، آرد ماهی و روغن ماهی (تهیه شده از کارخانه شهید رمضانپور شهرک صنعتی میرود بابلسر) ، مخلوط مواد معدنی (ساخت شرکت آمینه گستر- ایران) ، مخلوط ویتامین و ویتامین ث (ساخت شرکت لابراتوارهای سیان قزوین- ایران) ، ماسه بادی (بعنوان پر کننده) ، بتائین با نام تجاری (Betafin) و مولتی آنزیم پروتئاز – زایلاناز – آمیلاز با نام تجاری (Avizyme 1502) که این دو مورد اخیر توسط شرکت آریادالمن (نماینده شرکت Biochem آلمان در ایران)در اختیار قرار داده شد . از پودر میخک نیز بعنوان عامل بیهوشی استفاده شد .

اهم مواد شیمیایی مورد مصرف در تجزیه و آنالیز شیمیایی جیره ها ، لاشه ها و مدفوع نیز عبارت بودند از : اسید سولفوریک غلیظ ، اسید پرکلریک ، اسید نیتریک ، معرف توشیرو ، استن ، اسید بوریک ، اکسید منیزیم و اکسید کروم (Cr_2O_3) ، همگی ساخت شرکت Merck آلمان و ... .

۳ -۱ -۲ – وسایل غیر مصرفی :

برای ساخت غذا از آسیاب برقی ، الک با قطر ۴۰۰-۵۰۰ میکرون ، ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم ، مخلوط کن ، چرخ گوشت ، خشک کن برقی استفاده شد . ابزار مورد استفاده در بیومتری ماهی نیز تخته بیومتری و ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم بود . برای سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب از دماسنج جیوه ای ، دستگاه واتر چکر Hana (برای اندازه گیری اکسیژن و pH) استفاده گردید .

همچنین ابزار ودستگاه های تجزیه شیمیایی مواد اولیه ، غذاها ، لاشه و مدفوع ماهی شامل موارد زیر بودند :

دستگاه میکرو کجلدال برای سنجش پروتئین ، دستگاه سوکسله اتوماتیک جهت سنجش چربی ، دستگاه بمب کالریمتر PARR 1261 ، کوره الکتریکی برای اندازه گیری خاکستر ، آون برای اندازه گیری رطوبت ، دستگاه اسپکتروفتومتر برای طیف سنجی Cr_2O_3 ، صفحات الکتریکی حرارت دهنده ، بشر ، بالن ، بالن ژوژه ، مزور و ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم .

۳ – ۲ – جیره های آزمایشی

۳ -۲ -۱ – تنظیم فرمولاسیون جیره ها :

اساس تنظیم جیره های آزمایشی ، جایگزینی به ترتیب ۲۵ ، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصدی پروتئین آرد ماهی با پروتئین آرد سویا و استفاده از مقادیر متفاوت مولتی آنزیم آویزایم شامل دوز های صفر ، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm در جیره ها بود . لازم به ذکر است جیره ای حاوی صفر درصد آرد سویا و ۱۰۰ درصد آرد ماهی، بدون افزودن آنزیم نیز بعنوان شاهد در این آزمون قرار داده شد. بر همین اساس مطابق با جدول ۲ -۱ این پژوهش شامل ۱۳ تیمار و با احتساب ۳ تکرار برای هر تیمار ، دارای ۳۹ تکرار بوده است .

جدول ۲-۱ : طرح کلی تیمارهای آزمون

درصد جایگزینی پروتئین سویا / مولتی آنزیم (ppm)	صفر	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
صفر	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۵	تیمار ۸	تیمار ۱۱
۵۰۰	--	تیمار ۳	تیمار ۶	تیمار ۹	تیمار ۱۲
۱۰۰۰	--	تیمار ۴	تیمار ۷	تیمار ۱۰	تیمار ۱۳

پس از تجزیه تقریبی مواد اولیه ، جیره نویسی با استفاده از نرم افزار UFFDA انجام شد.

برای حصول اطمینان بیشتر در تغذیه کامل ماهی از جیره های یاد شده در آنها از ماده بتائین بعنوان یک ماده جاذب غذایی هم استفاده شد و برای این که مجموع مواد اولیه بکار رفته در هریک از جیره های غذایی برابر ۱۰۰ درصد باشد ، در صورت کمبود وزن ، از ماسه بادی بعنوان پرکننده (Filler) استفاده گردید(جدول۲-۲). لازم بذکر است برای یکسان بودن شرایط آزمون در کل تیمارها این جیره ها بطور یکسان با سطح پروتئین۴۰ ٪ و انرژی۳۹۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم تهیه شدند (سالک یوسفی ، ۱۳۷۹) .

جدول ۲-۲ : اجزاء غذایی و ترکیب هر یک از جیره های آزمایشی

	ترکیب جیره های آزمایشی (٪)				
درصد جایگزینی پروتئین سویا / نوع ماده اولیه	صفر	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
آرد ماهی	۵۲	۳۹	۲۷	۱۳	۰
آرد سویا	۰	۱۹	۳۹	۵۸	۷۹
آرد گندم	۱۷	۱۳	۷	۹	۳
روغن ماهی	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۱
مخلوط ویتامین	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
مخلوط معدنی	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
ویتامین ث	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
بتائین	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
همبند	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
پرکننده	۲۰/۰۹	۱۸/۰۹	۱۶/۰۹	۹/۰۹	۶/۰۹

* **نکته** : داده های جدول در مقادیر مختلف جایگزینی پروتئین آرد سویا با آرد ماهی برای جیره های فاقد آنزیم بیان شده ، لازم بذکر است بجز جیره شاهد (با جایگزینی صفر) بقیه جیره ها با کمی تفاوت در مقدار پر کننده ، بطور مشابه برای جیره های حاوی ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm مولتی آنزیم نیز تکرار می گردند.

۳ –۲ –۲ – نحوه ساخت غذا :

ابتدا بجز مولتی آنزیم آویزایم(حاوی پروتئاز ، آلفا آمیلاز و زایلاناز)و بتائین(با نام تجاری بتافین)که توسط شرکت آریا دالمن در اختیار مجری طرح قرار گرفت سایر مواد اولیه مورد نیاز برای انجام این پژوهش از مراکز مختلف تهیه و خریداری گردید درضمن موادی نظیر پودر ماهی و آرد سویا که نیاز به آسیاب داشتند، ابتدا آسیاب و سپس از الک ۵۰۰ میکرونی عبور داده شدند، سپس مطابق با فرمولاسیون جیره های آزمایشی، مواد اولیه عمده با ترازوی دیجیتال با دقت یک گرم توزین شدند، همچنین برای توزین ترکیباتی نظیر مخلوط مواد معدنی و ویتامینی و ... که در حد گرم بودند از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده گردید .پس از انجام این مقدمات مواد اولیه خشک مورد نیاز برای هر جیره به درون مخلوط کن ریخته شد و به مرور ابتدا روغن ماهی و سپس آب با دمای حدود ۸۰ درجه سانتی گراد به آن اضافه گردید و به مدت ۲۵ تا ۳۵ دقیقه عمل مخلوط سازی ادامه یافت و پس از شکل پذیری ترکیبات با استفاده از دستگاه چرخ گوشت با قطر شبکه خروجی۴ میلی متر پلت های غذایی بدست آمد . این پلتها بر روی توری های آلومینیومی ریخته شد و با قرار دادن در دستگاه خشک کن برقی در دمای۵۰ – ۶۰ درجه سانتیگراد (Brauge et al., 1994) خشک گردید . غذاهای خشک شده پس از خرد کردن دستی درون بسته های نایلونی ضخیم و تیره ای بسته بندی شدند و به کارگاه شهید رجایی ساری منتقل گردیدند. در محیط کارگاه نیز این بسته ها بطور کلی در یخچال نگهداری شدند و بسته های غذایی مورد مصرف در کوتاه مدت هم درون اتاقی مجزاو خشک و بر روی سکویی چوبی قرار داده شدند .

۳ –۳ – محیط و سیستم آزمایشی :

مکان انجام این پژوهش کارگاه تکثیر و پرورش شهید رجایی واقع در روستای سمسکنده در ۱۵ کیلومتری ساری بود که امکانات کافی توسط همکاران آن مرکز در اختیار قرار داده شد.

در این تحقیق از ۳۹ عدد حوضچه های فایبرگلاس۲ متر مکعبی استفاده شد . این حوضچه ها درون سوله ای مسقف که بواسطه باز بودن دیواره هایشان دارای نورگیری طبیعی بوده اند قرار داشتند و میزان نور گیری این تانکها مطابق شرایط طبیعی شبانه روز در زمان انجام آزمایش بوده است .

عمق آبگیری این حوضچه ها ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شد .
آب مورد نیاز بصورت مخلوطی از آب چاه و آب کانال و با نسبت مساوی تامین میگردید . سختی کل آب محیط پرورش معادل ۳۴۲ mg/lit بوده است . این آب ابتدا درون حوضچه رسوبگیر بتونی ذخیره و سپس توسط انشعاباتی به حوضچه های مورد نظر هدایت می شد . آغاز عملیات این تحقیق از ۶/ ۹/ ۸۶ بوده و تا ۲۲/ ۱۱/ ۸۶ عملیات بطول انجامید .

۳ -۴ – اجرای دوره پرورش

۳ -۴ -۱- تامین بچه ماهی و معرفی آنها به محیط آزمایشی :

تعداد ۱۴۰۰ عدد بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان با وزن ۴/۰۱ ± ۸۹/۴۰ گرم از مزرعه ای در سوادکوه تهیه شده با ماشین مخصوص حمل ماهی زنده به محیط کارگاه منتقل شده و پس از هم دما نمودن به ونیروها انتقال داده شدند . لازم به ذکر است حوضچه ها روز قبل شسته ، ضد عفونی شده و آبگیری شده بودند . در هر ونیرو میزان ۴ کیلو گرم سنگ نمک درون کیسه قرار داده شد تا از بروز استرس ناشی از تفاوت دمای محیط قبلی با محیط کارگاه جلوگیری گردد .
غذا دهی با جیره تجاری از روز بعد آغاز گردید و پس از چهار روز آداپتاسیون بچه ماهی ها با محیط جدید با بیهوش نمودن آنها توسط پودر میخک در دوز ۲۰۰ ppm (مهرابی ، ۱۳۷۷) ، عملیات بیومتری با ترازوی دیجیتال و تخته بیومتری انجام شد . لازم بذکر است درطول این چهار روز بطور روزانه تلفات از محیط حوضچه ها خارج می گردید و به همان تعداد ماهی های نگهداری شده در حوضچه های ذخیره جایگزین می شد . پس از اتمام بیومتری ، لاشه ۱۰ عدد از ماهی ها برای آنالیز اولیه ترکیب شیمیایی بدن ، یخ گذاری شده و سریعاً در محفظه ای عایق به آزمایشگاه منتقل گردید ، همزمان در هر یک از حوضچه ها ۳۰ عدد بچه ماهی ذخیره سازی شد ، سپس طی مدت سه روز و به تدریج جایگزینی جیره غذایی با جیره های آزمایشی انجام گردید .

۳ -۴ -۲ – تغذیه ماهی ها با جیره های آزمایشی :

غذا دهی بچه ماهی ها بطور روزانه و در سه نوبت در ساعتهای ۸ صبح ، ۱۲ ظهر و ۱۶ عصر انجام می گرفت . میزان غذا دهی بر حسب ۲٪ وزن بیوماس تنظیم می شد (Zaccorate et al., 1996) و قطر پلت ها برای تمام جیره ها ۴ میلی متر در نظر گرفته شده بود (Kim and Kaushik., 1992) ، لذا اتلاف غذایی در حد زیادی کنترل گردید . غذا دهی در طول دوره پرورش بدون وقفه ادامه داشت و تنها در روزهای زیست سنجی قطع می شد .

۳ -۴ -۳ – زیست سنجی ماهی ها :

برای تعیین وضعیت رشد و محاسبه غذای مورد نیاز ماهیها ، هر دو هفته یک مرتبه عملیات زیست سنجی انجام می شد . برای این کار ماهی های هر ونیرو پس از بیهوشی توسط ۲۰۰ ppm پودر میخک (مهرابی، ۱۳۷۷) ، بوسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین می شدند و طول آنها نیز توسط تخته بیومتری اندازه گیری می گردید و ضمن ثبت داده ها تعداد تلفات نیز محاسبه می شد ، سپس ماهی ها به سرعت به حوضچه ها انتقال داده می شدند .

۳ -۴ -۴ – اندازه گیری و ثبت عوامل فیزیکی و شیمیایی آب :

با توجه به جریان دائم و ثابت آب درون حوضچه ها ، کیفیت آب در طول دوره پرورش در حدی قابل قبول و تقریباً ثابت بوده است . شستشوی مخازن نیز بطور روزانه انجام می شد .

اندازه گیری دما بطور روزانه و در چهار نوبت ۸ صبح ، ۱۲ ظهر ، ۱۶ و ۲۴ توسط دماسنج جیوه ای انجام می گرفت . دمای آب حوضچه ها در طول دوره پرورش در دامنه ۱۲ – ۱۸ درجه سانتیگراد قرار داشت و میانگین آن معادل ۱۵/۷۶ درجه سانتیگراد بوده است (نمودار ۱ پیوست).

سنجش pH و اکسیژن نیز هر دو هفته یک مرتبه توسط دستگاه واترچکر مدل هانا (Hana) انجام می شد . میانگین pH آب حوضچه ها در طول پرورش معادل ۰/۰۵ ± ۸/۴۷ بوده است (نمودار ۲ پیوست) و میانگین میزان اکسیژن آب هم طی این مدت ۰/۲۵ ± ۹/۴۵ میلی گرم در لیتر بوده است (نمودار ۳ پیوست) .

۳- ۴ -۵ – برداشت :

پس از طی ۸ هفته پرورش ، جهت اطمینان از تخلیه کامل محتویات شکمی غذادهی بمدت دو روز متوقف گردید و عملیات برداشت آغاز شد .

بدین ترتیب که پس از بیهوش کردن ماهی ها و ثبت اطلاعات زیست سنجی و باقی گذاشتن ۱۰ عدد از آنها در هر یک از ونیرو ها برای طی مرحله تغذیه با غذای حاوی Cr_2O_3 جهت سنجش قابلیت هضم ظاهری پروتئین ، لاشه مابقی آنها پس از یخ گذاری در محفظه های عایق ، سریعاً به آزمایشگاه منتقل گردید تا آنالیز ترکیب شیمیایی بدن انجام گردد .

۳ – ۵ – تغذیه ماهی ها با غذای حاوی Cr_2O_3 :

در این مرحله تغذیه ماهی ها مطابق قبل وبا همان میزان ۲٪ وزن بیوماس برای مدت یک هفته انجام شد .

ترکیب جیره ها نیز مشابه جیره های قبلی بود با این تفاوت که در هر یک از جیره ها میزان ۰/۵ درصد پودر Cr_2O_3 اضافه و به همین میزان از میزان ماده پرکننده کاسته شد .

۳ – ۶ – روش جمع آوری مدفوع :

برای این کار پس از بیهوش کردن ماهیهای هر تکرار با پودر میخک ، با مالش فضای بین باله شکمی و مخرج (Austreng ., 1978) مدفوع ها را درون ظرفی تمیز جمع آوری کرده سپس به قوطی های استریل پلاستیکی دربدار منتقل گردید .

این قوطی ها بلافاصله به فریزر منتقل و پس از اتمام کار و انتقال آنها به آزمایشگاه ، آنها را در دمای ۵۰ – ۶۰ درجه سانتی گراد و به مدت ۲۴ ساعت در فور قرار داده شد تا خشک گردند و با خروج آب فعال از محیط فرصت فعالیتهای باکتریایی مهیا نشود.

۳- ۷ – آنالیزهای شیمیایی :

۳- ۷ -۱- اندازه گیری پروتئین خام (Crude Protein) :

برای این کار از روش کجلدال (John Kjehldal.,1880) مطابق با (AOAC 1990) **و** از دستگاه میکروکجلدال ساخت کشور سوئد kjeltec Auto Analyser , 2300 Tecator (sweden) استفاده شد و طی آن پس از سه مرتبه انجام مراحل هضم ، تقطیر و تیتراسیون بر روی نمونه ها ، با استفاده از فرمول ، درصد نیتروژن نمونه های هر تکرار مشخص گردید و با ضرب نمودن آن در عدد ۶/۲۵ ، درصد پروتئین خام محاسبه گردید .

۳- ۷ -۲- اندازه گیری چربی(Crude Lipid) :

برای این کار مطابق با (AOAC 1990) ، از روش ابداعی توسط Franz Van Soxhelet (1848) استفاده شد و به وسیله دستگاه سوکسله اتوماتیک ساخت کشور سوئد و پس از استخراج چربی ها از نمونه توسط حلال ، با کم کردن وزن ثانویه از وزن اولیه نمونه میزان چربی بدست آمد و با نسبت گیری درصد آن مشخص شد :

درصد وزن چربی خام = (وزن نمونه /چربی استخراجی) × ۱۰۰

۳- ۷ -۳- اندازه گیری خاکستر (Ash) :

خاکستر نمونه ها از روش (AOAC 1990) و با استفاده از کوره الکتریکی اندازه گیری شد .

برای این منظور نمونه ها برای مدت ۴ ساعت در دستگاه کوره هریوس آلمانی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. وزن نمونه خاکستری رنگ باقی مانده نمایانگر میزان خاکستر نمونه ها بود و با نسبت گیری آنها درصد این ماده در نمونه ها محاسبه گردید :

درصد وزن خاکستر = (وزن نمونه / وزن خاکستر) ×۱۰۰

۳- ۷ -۴- اندازه گیری رطوبت خام (Crude Humidity) :

برای این کار از روش (AOAC 1990) استفاده شد و مطابق آن تعداد سه تکرار از نمونه های هر تیمار به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد در آون قرار داده شد و مطابق فرمول زیر درصد رطوبت آن محاسبه گردید :

۱۰۰ × وزن اولیه نمونه / (وزن ثانویه نمونه – وزن اولیه نمونه) = درصد رطوبت

۳- ۷ – ۵- اندازه گیری فیبر خام (Crude Fibre) :

این فاکتور هم با روش فیبرتیک و بوسیله دستگاه (fibertec system , 1010 tecator (sweden ساخت سوئد اندازه گیری شد و طی آن میزان و درصد فیبر خام شامل ترکیباتی نظیر سلولز ، پکتین ، لیگنین و... بدست آمد .

۳- ۷ – ۶- محاسبه میزان کربوهیدرات های غیر فیبری :

برای بدست آوردن میزان کربوهیدراتهای غیر فیبری موجود در جیره های غذایی ، ابتدا مجموع میزان رطوبت ، پروتئین ، چربی ، خاکستر و فیبر خام موجود در جیره های غذایی محاسبه شد و با کسر کردن آن از عدد ۱۰۰ میزان عصاره عاری از ازت (NFE) که برابر با میزان کل کربوهیدراتهای غیر فیبری است ، بدست آمد .

۳- ۷ – ۷- اندازه گیری میزان انرژی :

برای اندازه گیری انرژی موجود در غذا ، با استفاده از ضرایب هضم پذیری پروتئین (پروتئین حیوانی : ۴/۲۵ ، پروتئین گیاهی : ۳/۵۷) ، چربی (۸) ، کربوهیدرات (۳) و فیبر (۱/۸۲) موجود در ترکیبات غذایی تشکیل دهنده جیره ها میزان انرژی قابل هضم (DE) آنها بر حسب کیلوکالری بر کیلوگرم محاسبه شد (سالک یوسفی ، ۱۳۷۹) . برای اندازه گیری انرژی موجود در بافت لاشه ماهی ها با استفاده از دستگاه بمب کالریمتری PARR 1261 ساخت کشور آمریکا و سوزاندن بافت ، میزان انرژی ناخالص (GE) بدست آمد .

۳- ۷ -۸- تعیین درصد اکسید کرومیک در غذا و مدفوع :

و درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین :

برای تعیین درصد این ماده در غذا و مدفوع ماهی از روش (Furukawa and Tsukahara ., 1966) استفاده شد و آزمایش بر روی هر نمونه سه بار تکرار گردید.

در پایان درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین با فرمول زیر بدست آمد (Fange and Grove ., 1979) :

$$\text{درصد قابلیت هضم ظاهری} = ۱۰۰ - \left(\frac{\text{درصد پروتئین مدفوع}}{\text{درصد پروتئین غذا}} \times \frac{\text{درصد اندیکاتور غذا}}{\text{درصد اندیکاتور مدفوع}} \right) \times ۱۰۰$$

۳ – ۸– بررسی شاخص های تغذیه و رشد:

برای بررسی تغذیه و رشد ماهی ها و مقایسه بین تیمارها از شاخص های رشد استفاده شد که نحوه محاسبه هر یک در ادامه آورده شده است :

۳ – ۸- ۱- افزایش وزن (Body weight increase) ، (Tacon ., 1990)

این شاخص از طریق فرمول مقابل محاسبه گردید : BWI = وزن نهایی – وزن اولیه

۳ – ۸- ۲- درصد افزایش وزن (Percentage Weight Gain) ، (Bekcan et al., 2006)

این شاخص از طریق فرمول زیر محاسبه گردید :

$$\text{درصد افزایش وزن} = \frac{\text{متوسط وزن نهایی (gr)} - \text{متوسط وزن اولیه (gr)}}{\text{متوسط وزن اولیه (gr)}} \times ۱۰۰$$

۳ – ۸- ۳- افزایش طول (Length Gain) ، (Tacon ., 1990)

این شاخص نمایانگر میزان رشد ظاهری و طولی ماهی ها در طول دوره پرورش می باشد که از طریق فرمول مقابل محاسبه شده است : میانگین طول اولیه – میانگین طول ثانویه = LG

۳ – ۸- ۴- فاکتور وضعیت (Condition factor) (Ai et al., 2006)

$CF = [W / L^3] \times 100$

W = وزن ماهی بر حسب گرم L = طول کل ماهی بر حسب سانتی متر

۳ – ۸- ۵- خوراک مصرفی (Feed intake), (Hatlen et al ., 2005)

این شاخص نمایانگر مقدار خوراکی است که بطور روزانه هر ماهی از مقدار غذایی که بر حسب وزن بدن به آن داده می شد مصرف کرده که در این پژوهش از طریق فرمول زیر بدست آمد :

$$\text{خوراک مصرفی (BW/day \%)} = \left[\frac{\text{کل غذای خورده شده بازای هر ماهی} \times ۱۰۰}{(\text{وزن نهایی} \times \text{وزن ابتدایی})^{۱/۲}} \right] / \text{تعداد روزهای پرورش}$$

۳ – ۸- ۶- ضریب تبدیل غذایی (Feed Conversation Ratio) ، (Hevroy et al., 2005)

FCR = افزایش وزن بدن به گرم / مقدار غذای خورده شده به گرم

۳ – ۸- ۷- ضریب رشد ویژه (Specific Growth Ratio) ، (Hevroy et al ., 2005)

ضریب رشد ویژه نمایانگر میزان رشد نمونه ها در حد فاصل یک دوره پرورش می باشد که در این پژوهش توسط فرمول زیر محاسبه شد :

$$SGR = \left[\frac{\ln w_2 - \ln w_1}{\text{دوره پرورش به روز}} \right] \times ۱۰۰$$

w_2 = وزن ثانویه w_1 = وزن اولیه

۳ – ۸- ۸- نسبت بازده پروتئین (Protein Efficiency Ratio)، (Helland et al., 1996)

نسبت بازده پروتئینی شاخصی است که در آن نسبت افزایش وزن بدن به میزان پروتئین مصرفی در غذا مشخص می گردد . این شاخص توسط فرمول زیر محاسبه گردید :

PER = مقدار پروتئین مصرفی به گرم / افزایش وزن بدن به گرم

۳ – ۸- ۹- کارایی غذا (درصد) **(Feed efficiency)** ، (De Silva & Anderson .,1995)

درصد کارایی غذا در این پژوهش از طریق فرمول زیر محاسبه شد :

$$FE\ (\%) = \left[\text{افزایش وزن ماهی (gr)} \ / \ \text{وزن غذای خشک خورده شده (gr)}\right] \times ۱۰۰$$

۳ -۹ - روش تجزیه و تحلیل آماری :

برای مقایسه آماری شدت تاثیر هر یک از متغیر ها (سطوح پروتئین و سطوح آنزیم) در نتایج نهایی این پژوهش از آزمون تجزیه واریانس یکطرفه (one-way ANOVA) و برای مقایسه میانگین بین تیمارها ، بر اساس آزمون چند دامنه ای از تست جدا ساز دانکن استفاده شد . وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ ٪ با استفاده از نرم افزار SPSS (ویرایش شانزدهم) مقایسه شد و نمودارهای مرتبط توسط نرم افزار Excel در محیط ویندوز ترسیم گردید .

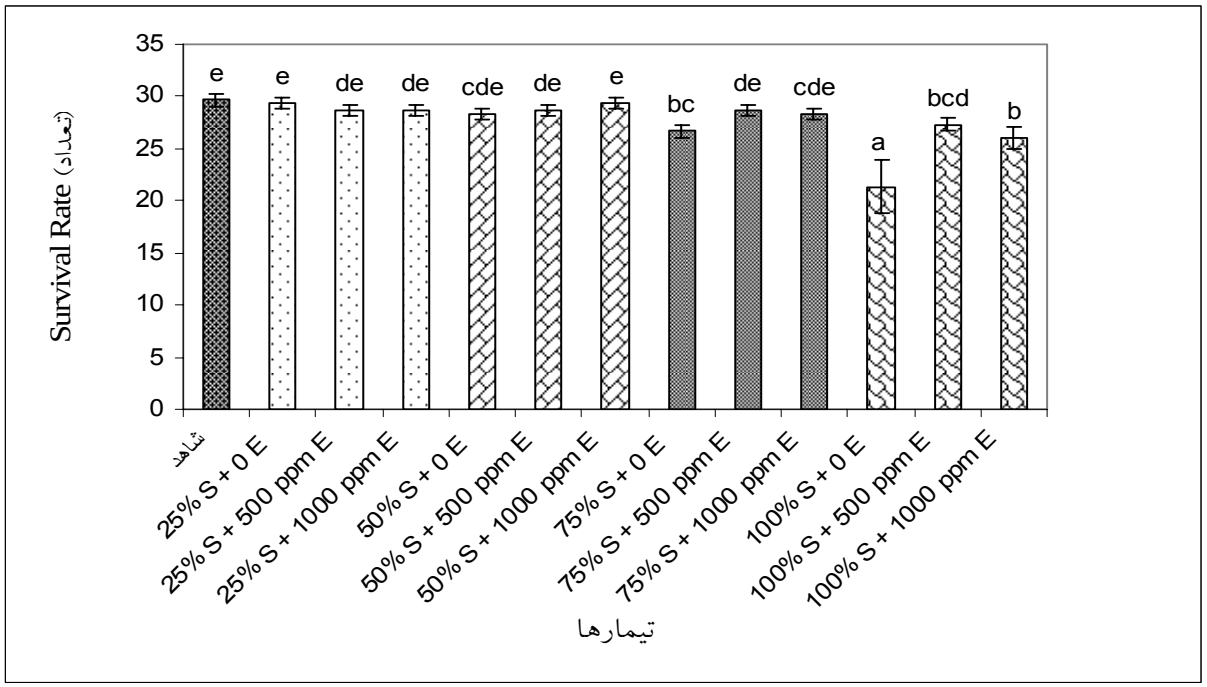
فصل چهارم :

نتایج

۴ – نتایج :

۴ – ۱ – میزان بقا (Survival Rate) :

نتایج میزان بقا در تیمارهای مختلف ، در نمودار ۴ – ۱ آمده است . مطابق با این نتایج تیمار شاهد بهمراه تیمار حاوی ۲۵٪ پروتئین آرد سویا (بدون مکمل آنزیمی) و تیمار حاوی ۵۰٪ پروتئین آرد سویا و ۱۰۰۰ ppm آنزیم دارای بیشترین میزان بازماندگی بوده اند و با هم تفاوت معنی داری نشان ندادند ($P>0/05$) . سایر تیمارها درقیاس با تیمار شاهد دارای میزان بقای کمتری بوده اند . کمترین میزان بازماندگی هم متعلق به تیمار تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا بدون مکمل آنزیمی بوده است .



نمودار شماره ۴ – ۱ : نتایج میزان بقا و بازماندگی قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد

* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

* وجود حروف انگلیسی یکسان بر روی هر ستون نمودار نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی دار و حروف غیر همسان نشانگر وجود اختلاف معنی دار است.

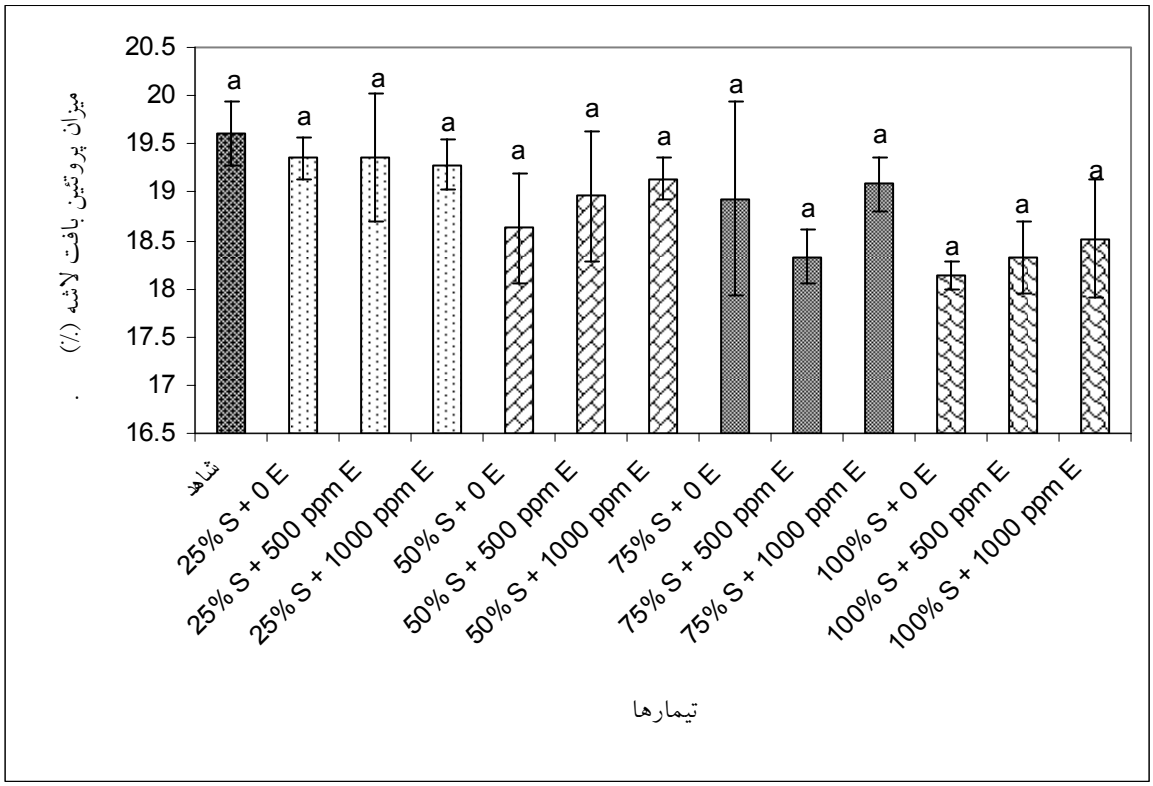
جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۱) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۲ – میزان پروتئین بافت لاشه :

نتایج نهایی میزان پروتئین لاشه در نمودار ۴ – ۲ نشان داده شده است .

مطابق با این نتایج بیشترین میزان پروتئین در لاشه ماهیهای تیمار شاهد بدست آمد ، در ضمن تاثیر افزایش مکمل آنزیمی بر افزایش میزان پروتئین لاشه تقریباً قابل مشاهده است .

البته مطابق با نمودار زیر میزان پروتئین لاشه در هیچ یک از تیمارهای این پژوهش دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارها نبوده اند ($P>0/05$) .



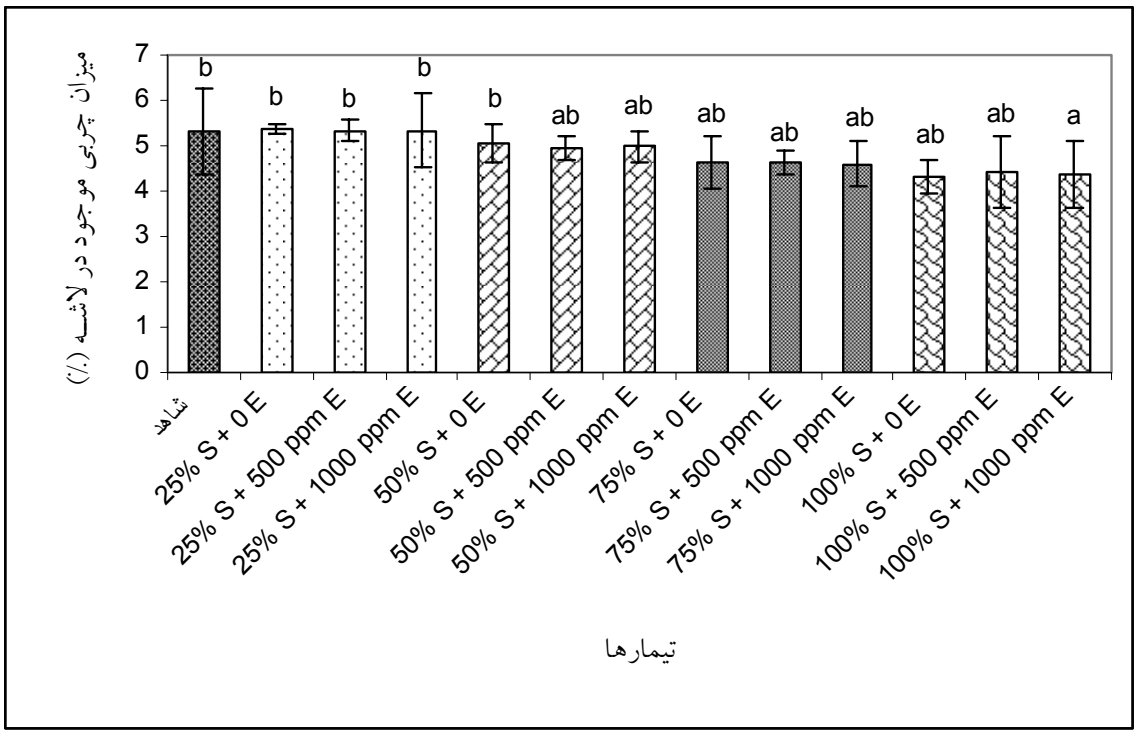
نمودار شماره ۴ – ۲ : نتایج میزان پروتئین لاشه قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی مختلف و شاهد

* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۲) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۳ – میزان چربی بافت لاشه :

نتایج نهایی میزان چربی لاشه در نمودار ۴ – ۳ نشان داده شده است .



نمودار شماره ۴ – ۳ : نتایج میزان چربی لاشه قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی مختلف و شاهد

* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

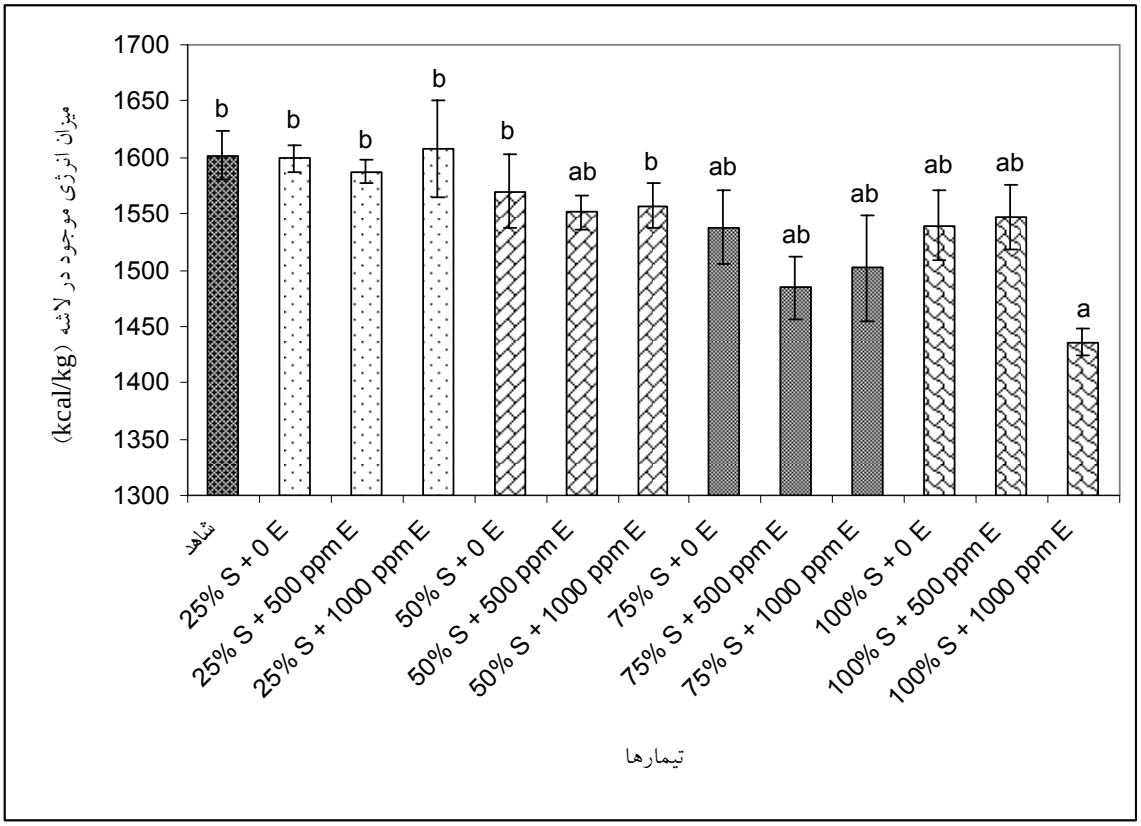
مطابق نتایج فوق بیشترین میزان چربی ، با میزانی تقریباً مشابه ، در تیمار شاهد حاوی ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد ماهی و تیمارهای حاوی ۲۵٪ پروتئین آرد سویا با مقادیر مختلف مکمل آنزیمی مشاهده شد ($P>0/05$) .

پس از موارد فوق الذکر ، در تیمارهای بعدی میزان چربی لاشه با روندی کند رو به کاهش گذاشت و کمترین میزان آن در تیمار حاوی ۱۰۰٪ پروتئین آرد سویا و بدون مکمل آنزیمی مشاهده شد . البته بجز تیمار آخر سایر تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی داری با هم نشان ندادند ($P>0/05$).

جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۳) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۴ – میزان انرژی بافت لاشه :

نمودار ۴ – ۴ نشان دهنده میزان انرژی تثبیت شده در بافت لاشه های نهایی تیمارهای مختلف در این پژوهش می باشد که بصورت انرژی خام (Gross Energy) محاسبه شده اند .



نمودار شماره ۴ – ۴ : نتایج میزان انرژی خام (GE) لاشه ماهیهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد

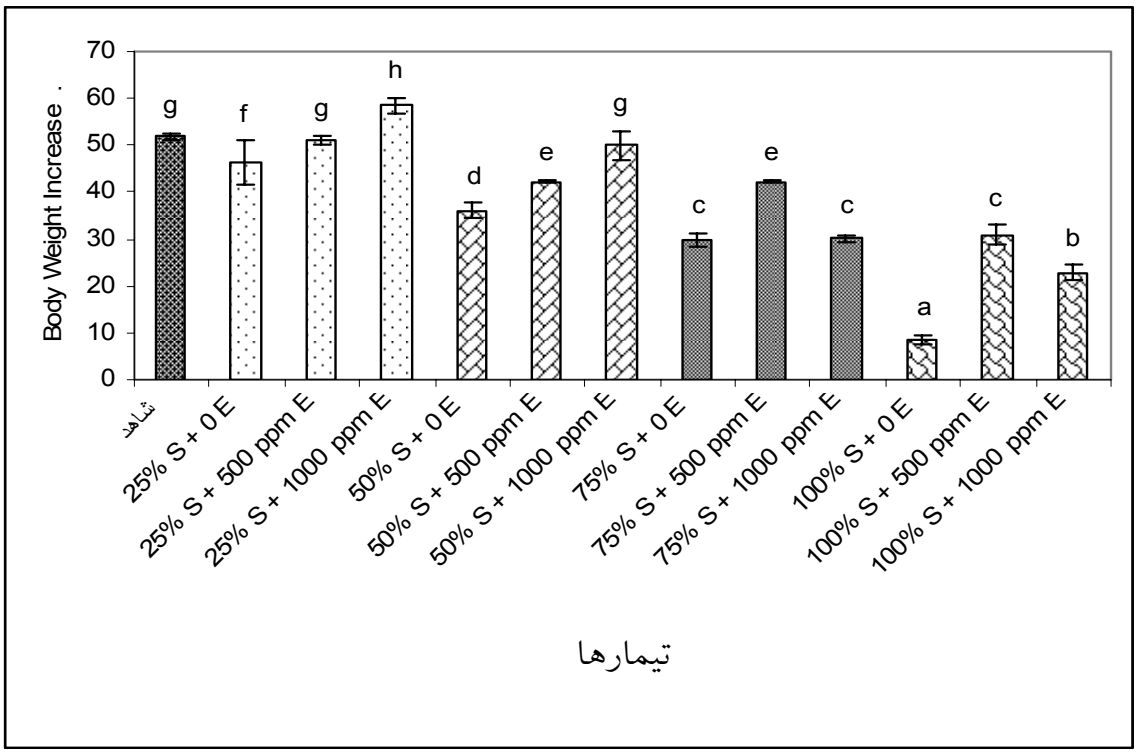
* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

اگرچه میزان انرژی در همه تیمارها بجز تیمار حاوی۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا و بدون مکمل آنزیمی که کمترین مقدار انرژی را دارا بود ، از نظر آماری در سطح یکسانی قرار داشتند اما مطابق با این نتایج بیشترین میزان انرژی در تیمار حاوی ۲۵٪ پروتئین آرد سویا همراه با ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی مشاهده شد .

جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۴) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۵ – افزایش وزن (Body weight increase) :

افزایش وزن بدن بچه ماهیان نسبت به وزن اولیه که نشان دهنده میزان رشد وزنی در طول دوره آزمایش بوده و تا حدی نمایانگر کیفیت پرورش می باشد ، در نمودار ۴ – ۵ ارائه شده است :

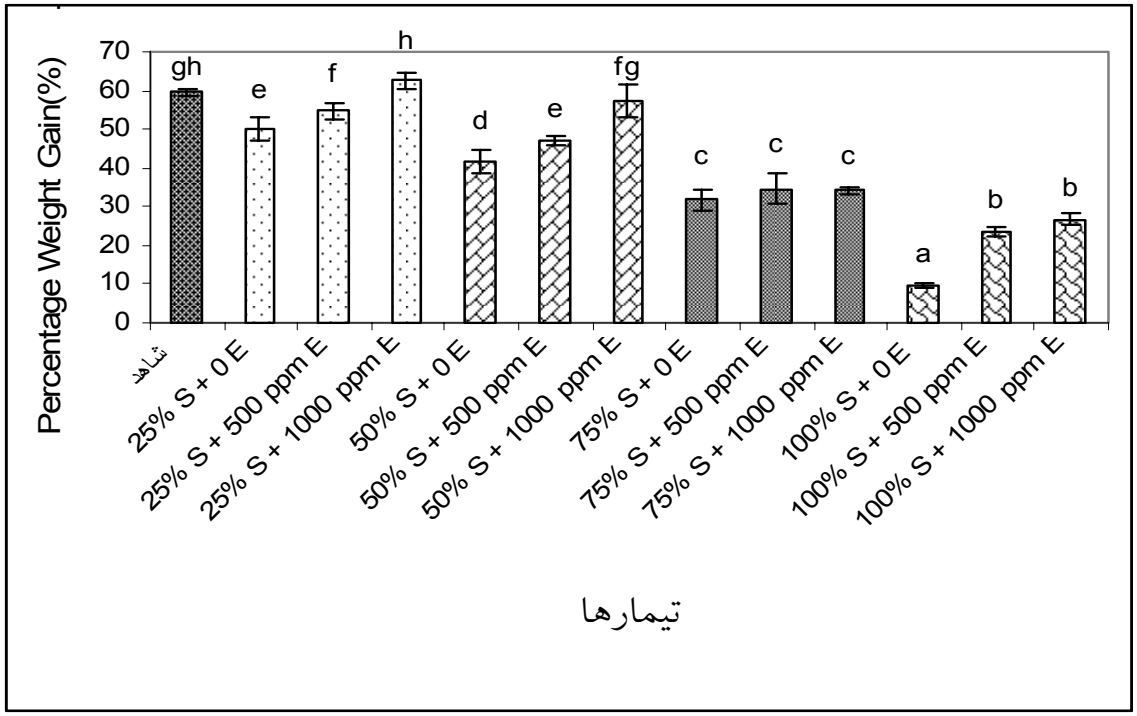


نمودار شماره ۴ – ۵ : نتایج میزان افزایش وزن قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی مختلف و شاهد

* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

مطابق با نتایج فوق بیشترین میزان افزایش وزن در تیمار شاهد که تمام پروتئین آن توسط آرد ماهی تامین می گردد مشاهده می شود ، در ضمن تیمار حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۵۰۰ ppm مکمل آنزیمی و تیمار حاوی ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی هم از این نظر با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نشان نمی دهند ($P>0/05$).کمترین میزان افزایش وزن تیمار حاوی ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا بدون مکمل آنزیمی مشاهده می گردد . جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۵) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۶ – درصد افزایش وزن(Percentage Weight Gain) :



نمودار شماره ۴ – ۶ : نتایج درصد افزایش وزن قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد

* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

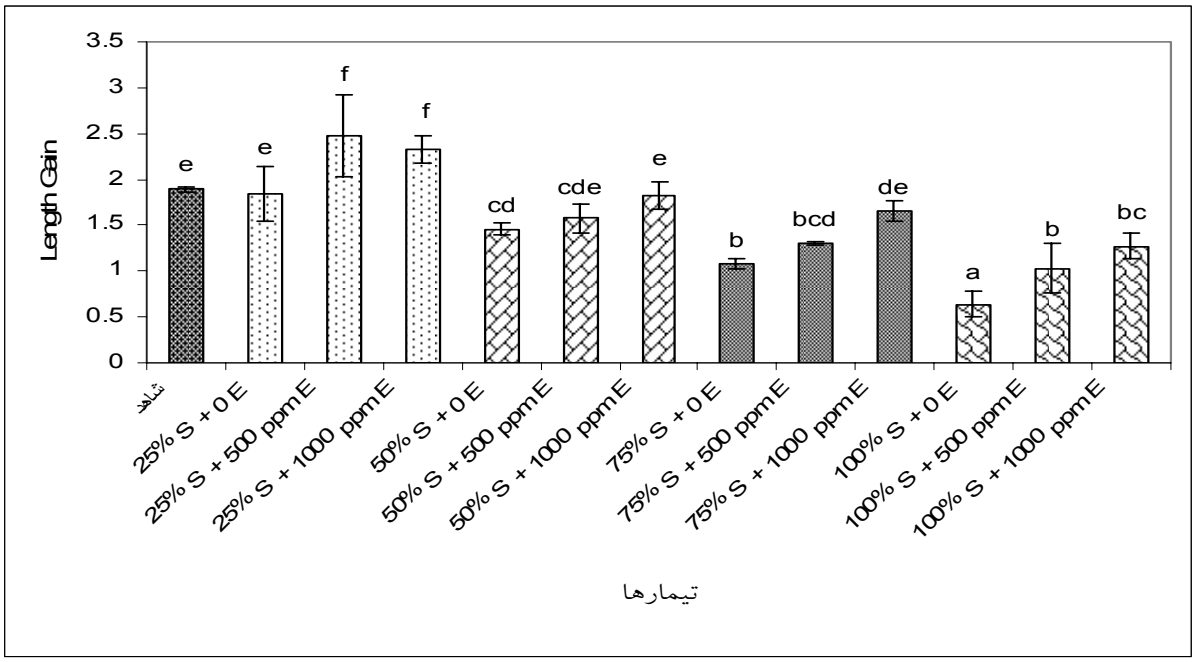
مطابق با نتایج فوق بیشترین میزان افزایش وزن در تیمار حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۵۰۰ ppm مکمل آنزیمی مشاهده می شود ، در ضمن تیمار شاهد که تمام پروتئین آن توسط آرد ماهی تامین می گردد هم با این تیمار تفاوت معنی داری در درصد افزایش وزن نشان نمی دهد .

تیمار حاوی ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی هم از این نظر با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نشان نمی دهند . سایر تیمارها درقیاس با تیمار شاهد دارای درصد افزایش وزن کمتری بوده اند ، هرچند بصورت درون گروهی با افزایش میزان آنزیم روندی افزایشی در درصد افزایش وزن نشان دادند($P<0/05$). کمترین میزان افزایش وزن تیمار حاوی ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا بدون مکمل آنزیمی مشاهده می گردد .

جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۶) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۷ – افزایش طول (Length Gain) :

افزایش طول ماهی ها در پایان دوره نسبت به طول اولیه بصورت نمودار ۴ – ۷ ارائه شده است :



نمودار شماره ۴ – ۷ : نتایج میزان افزایش طول قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد

* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

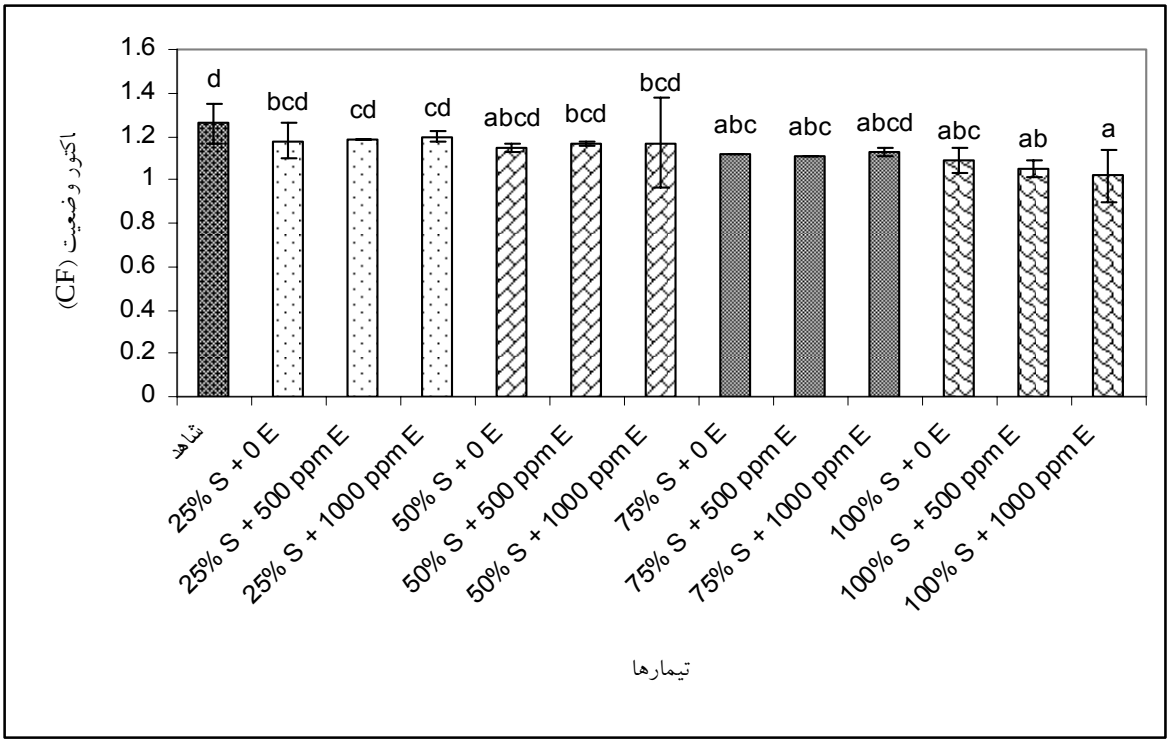
مطابق با این نتایج بیشترین میزان افزایش طول در تیمارهای حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۵۰۰ ppm مکمل آنزیمی و ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی مشاهده گردید که درقیاس با تیمار شاهد بطور معنی داری بیشتر بود ($P<0/05$). سایر تیمارها در قیاس با شاهد از رشد طولی کمتری برخوردار بودند ، بجز تیمار حاوی ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی که با تیمار شاهد تفاوت معنی داری را نشان نداد . در سطوح مختلف جایگزینی پروتئین آرد سویا بطور درون گروهی ، با افزایش میزان مکمل آنزیمی میزان افزایش طول روندی صعودی داشت که در اکثر موارد این روند افزایشی معنی دار بوده است . کمترین میزان رشد طولی در تیمارحاوی ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا بدون مکمل آنزیمی مشاهده گردید . جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۷) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۸ – فاکتور وضعیت (Condition factor) :

در نمودار ۴ – ۸ نتایج مربوط به فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی مشاهده می شود . بیشترین میزان این فاکتور در تیمار شاهد که پروتئین آن بطور کامل توسط آرد ماهی تامین می شد دیده می شود و کمترین میزان ضریب چاقی در تیمار نهایی که حاوی ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا بدون مکمل آنزیمی مشاهده می شود .

تیمارهای حاوی ۲۵ ٪ و ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا با سطوح مختلف مکمل آنزیمی ، در قیاس با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نشان ندادند ($P>0/05$).

بطور کلی مشاهده می شود که با افزایش میزان پروتئین آرد سویا در جیره های غذایی ، فاکتور وضعیت بطور نسبی روندی نزولی نشان داد .



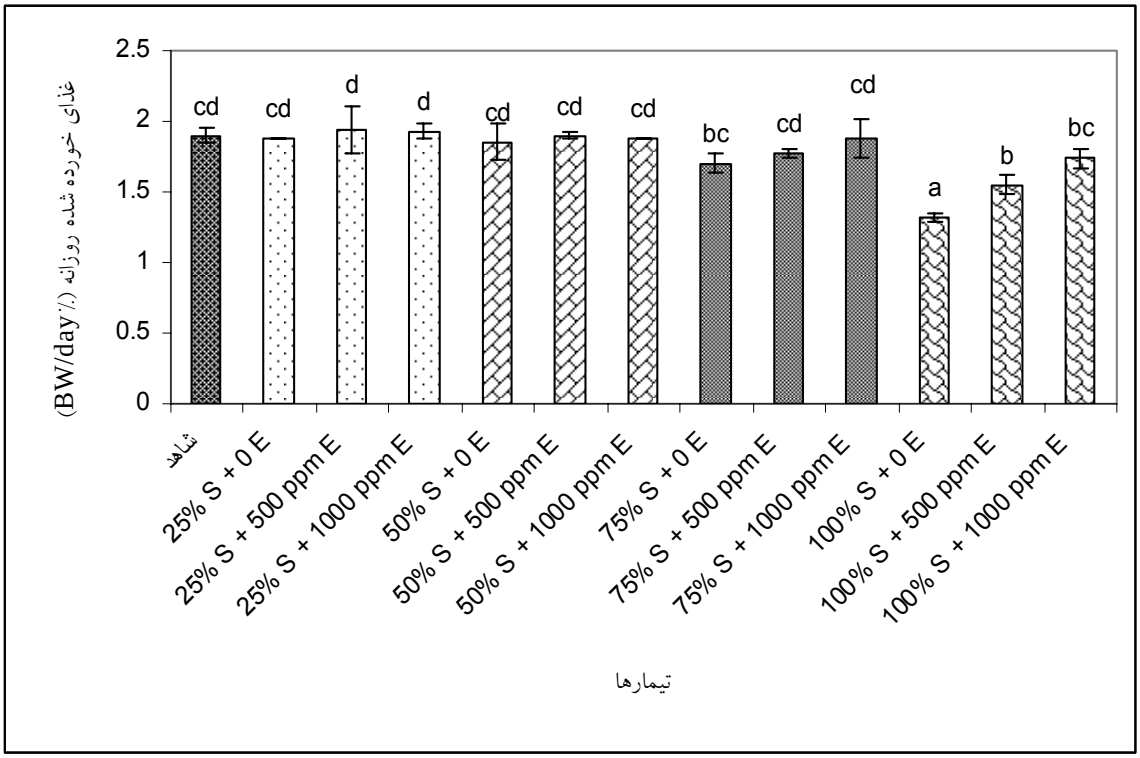
نمودار شماره ۴ – ۸ : نتایج میزان فاکتور وضعیت قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد

* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۸) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۹ – خوراک مصرفی (Feed intake) :

غذای خورده شده روزانه (درصد در روز) که در واقع نسبت غذای خورده شده به وزن بدست آمده برای ماهی می باشد یکی از شاخص های کمی تبدیل غذا است که نسبت به زمان در نظر گرفته می شود. نتایج اندازه گیری این فاکتور در تیمارهای مختلف ، در نمودار ۴ – ۹ قابل مشاهده است :



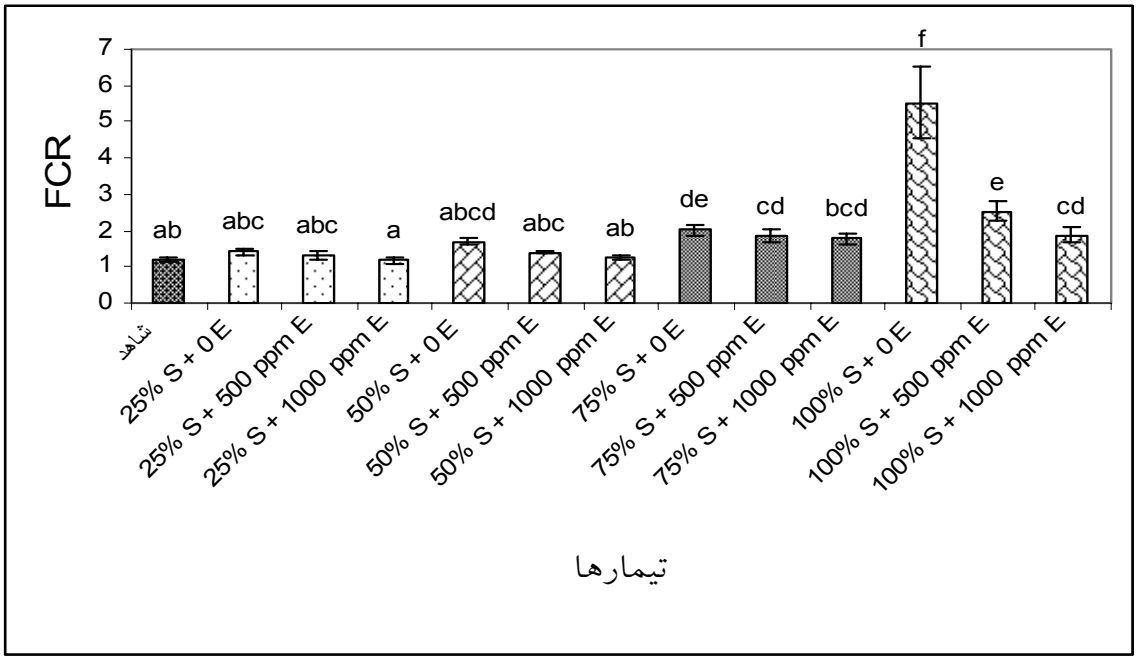
نمودار شماره ۴ – ۹ : نتایج میزان خوراک مصرفی قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد

* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

مطابق با این نتایج با افزایش میزان پروتئین آرد سویا در جیره های غذایی ، رغبت ماهی ها به مصرف غذا کمتر شد ، هرچند بصورت درون گروهی در سطوح یکسان جایگزینی پروتئین ، تیمارهای حاوی مقادیر بیشتر مکمل آنزیمی بیشتر توسط ماهی ها مصرف شدند .

جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۹) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۱۰ - ضریب تبدیل غذایی (Feed Conversation Ratio) :



نمودار شماره ۴ – ۱۰ : نتایج میزان ضریب تبدیل غذایی جیره های حاوی مقادیر مختلف آرد سویا و آرد ماهی و مکمل آنزیمی در تغذیه قزل آلاها

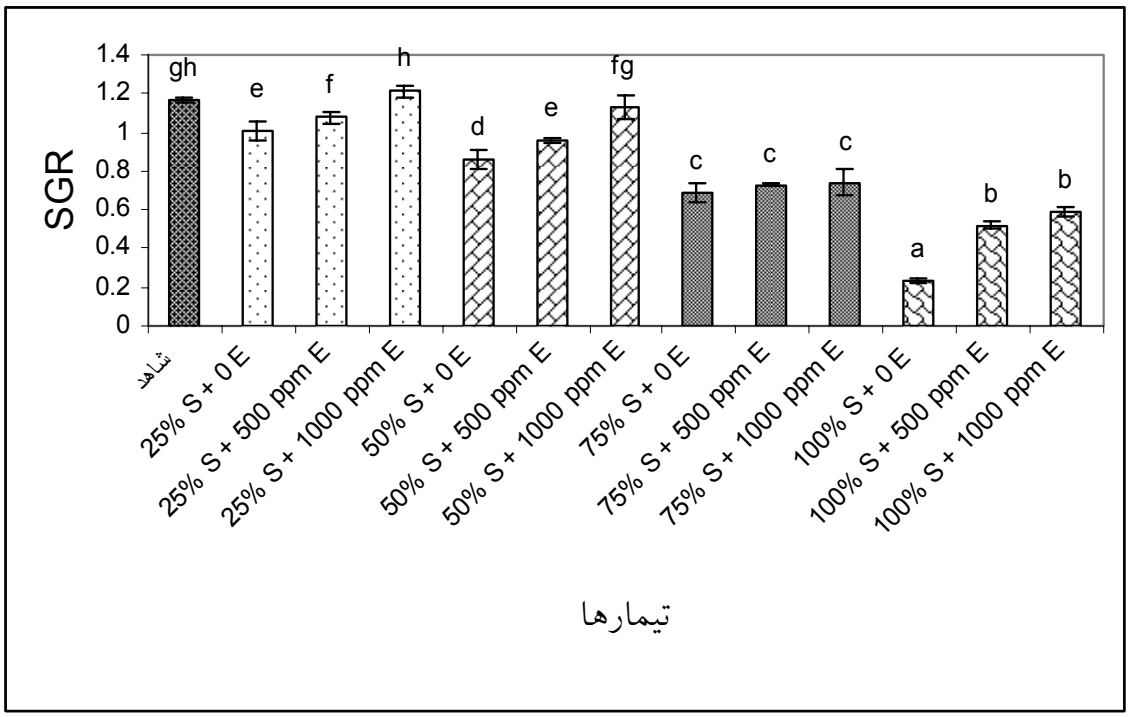
* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

مطابق با این نتایج بهترین FCR مربوط به تیمار حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی بوده است. این تیمار در قیاس با تیمار شاهد تفاوت معنی داری را نشان نداد($P>0/05$). در سطوح مختلف جایگزینی پروتئین آرد سویا در جیره غذایی بصورت درون گروهی با افزایش میزان مکمل آنزیمی کاهش FCR مشاهده می گردد هرچند بطور کلی با افزایش میزان سویا در جیره غذاییFCR افزایش می یابد . بدترین FCR مربوط به تیمار حاوی۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا بدون مکمل آنزیمی بوده است که بطور معنی دار وبا فاصله ای زیاد نسبت به سایر تیمارها زیاد بوده است .

جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۱۰) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۱۱ – ضریب رشد ویژه (Specific Growth Rate) :

نتایج تاثیر تغذیه با جیره های مختلف غذایی بر ضریب رشد ویژه (SGR) در نمودار ۴ – ۱۱ آمده است :



نمودار شماره ۴ – ۱۱ : نتایج میزان ضریب رشد ویژه در قزل آلاهای تغذیه شده با جیره های آزمایشی و شاهد

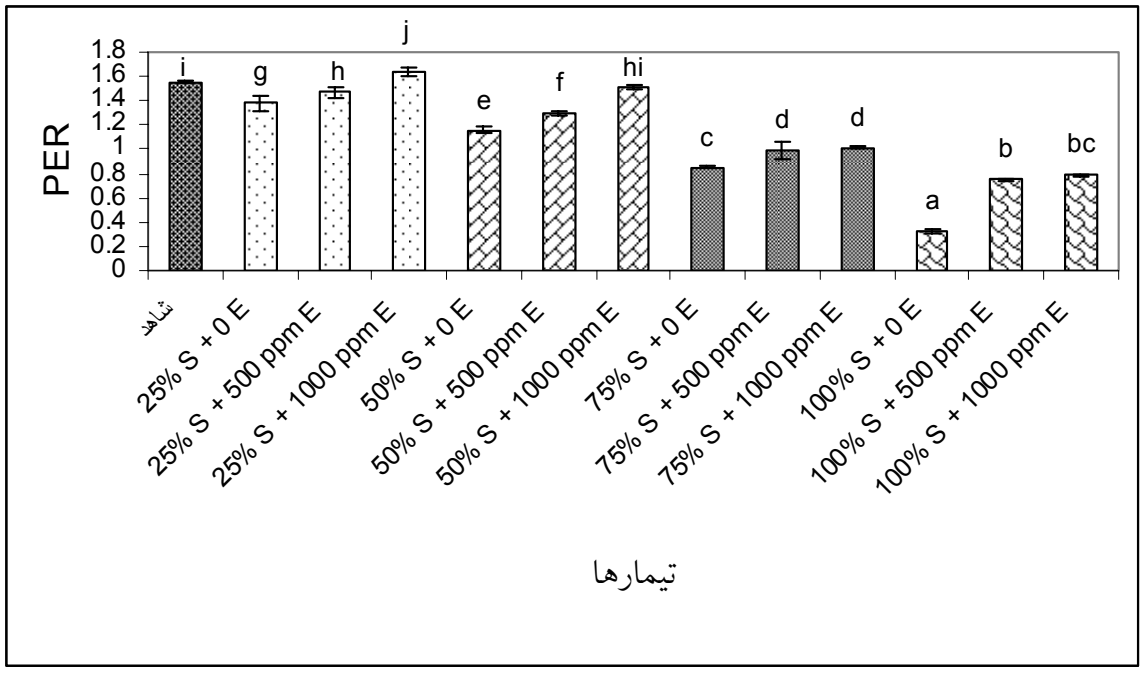
* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

مطابق با این نتایج بهترین SGR مربوط به تیمار حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی بوده است. این تیمار در کنار تیمار حاوی ۵۰ ٪ آرد سویا و ۱۰۰۰ ppm در قیاس با تیمار شاهد تفاوت معنی داری را نشان نداد ($P>0/05$). در سطوح مختلف جایگزینی پروتئین آرد سویا در جیره غذایی بصورت درون گروهی با افزایش میزان مکمل آنزیمی افزایش SGR مشاهده می گردد هرچند بطور کلی با افزایش میزان سویا در جیره غذاییSGR افزایش می یابد. بدترین SGR مربوط به تیمار حاوی۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا بدون مکمل آنزیمی بوده است که بطور معنی داری نسبت به سایر تیمارها کمتر بوده است ($P<0/05$).

جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۱۱) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۱۲ – نسبت بازده پروتئین (Protein Efficiency Ratio) :

نتایج تاثیر تغذیه با جیره های مختلف غذایی بر نسبت بازده پروتئین(PER) در نمودار ۴ – ۱۲ آمده است :



نمودار شماره ۴ – ۱۲ : نتایج میزان نسبت بازده پروتئین جیره های حاوی مقادیر مختلف آرد سویا و آرد ماهی و مکمل آنزیمی در تغذیه قزل آلاها

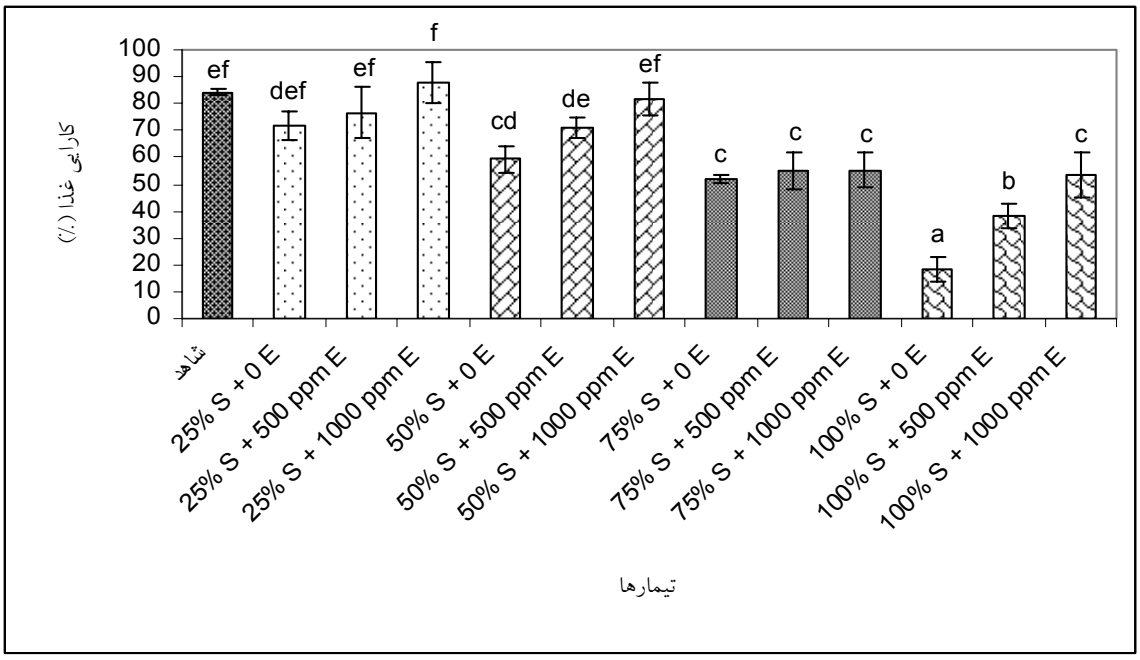
* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

مطابق با این نتایج بهترین نسبت بازده پروتئینی(PER) درتیمار حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی مشاهده می شود . این تیمار در قیاس با تیمار شاهد هم تفاوت معنی داری نشان می دهد و از آن بیشتر است($P<0/05$). اما تیمار حاوی ۵۰ ٪ آرد سویا و۱۰۰۰ ppm تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نشان نداد. در سطوح مختلف جایگزینی پروتئین آرد سویا در جیره غذایی بصورت درون گروهی با افزایش میزان مکمل آنزیمی افزایش PER مشاهده می گردد . هرچند بطور کلی با افزایش میزان پروتئین آرد سویا در جیره غذایی میزان PER کاهش می یابد . بدترین PER مربوط به تیمار حاوی۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا بدون مکمل آنزیمی بوده است که بطور معنی دار نسبت به سایر تیمارها کم بوده است .

جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۱۲) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۱۳- کارایی غذا (درصد) **(Feed efficiency)** :

مطابق با نتایج رسم شده در نمودار ۴ – ۱۳ ، بیشترین درصد کارایی غذا در تیمار حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی مشاهده می شود که البته از این نظر با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نشان نمی دهد($P>0/05$). کارایی غذا با افزایش میزان پروتئین آرد سویا در جیره های غذایی روندی نزولی نشان داد ، هرچند بصورت درون گروهی و در تیمارهای حاوی سطوح جایگزینی پروتئین یکسان ، با افزایش میزان مکمل آنزیمی میزان کارایی غذا نیز افزایش یافت . کمترین میزان درصد کارایی غذا در تیمار حاوی ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا بدون مکمل آنزیمی مشاهده شد که بطور محسوسی با سایر تیمارها اختلاف معنی دار داشت ($P<0/05$).



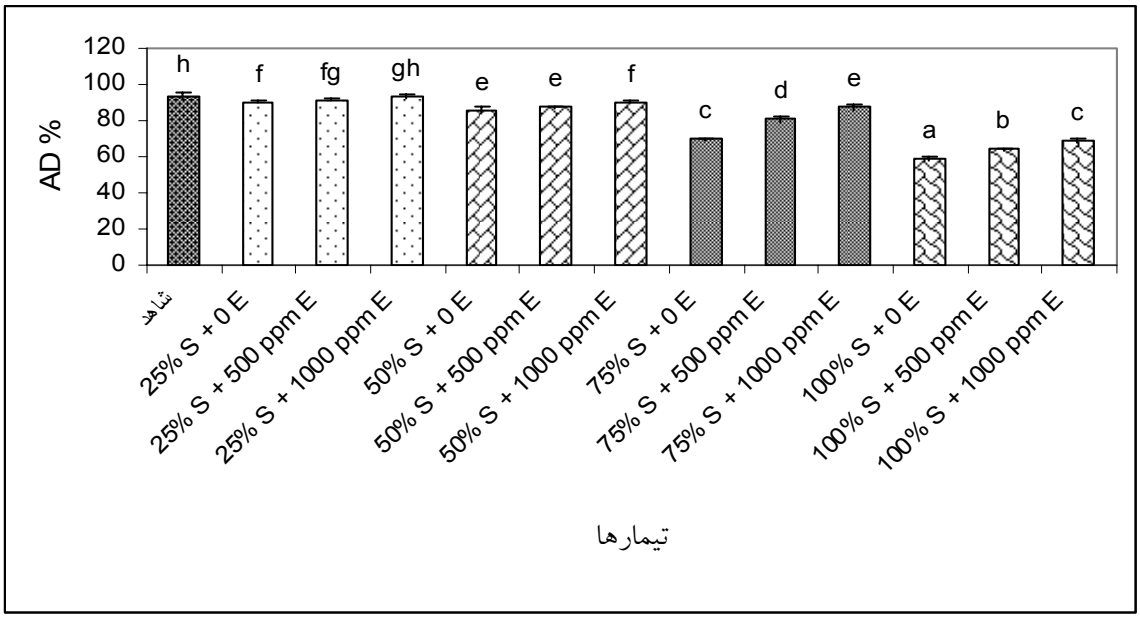
نمودار شماره ۴ – ۱۳ : نتایج میزان کارایی جیره های حاوی مقادیر مختلف آرد سویا و آرد ماهی و مکمل آنزیمی در تغذیه قزل آلاها

* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۱۳) پیوست ارائه شده است .

۴ – ۱۴- درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین ((%)Apparent Protein Digestibility) :

نتایج تاثیر تغذیه با جیره های مختلف غذایی بر درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین (APD) در نمودار ۴ – ۱۴ آمده است :



نمودار شماره ۴ – ۱۴ : نتایج درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین جیره های حاوی مقادیر مختلف آرد سویا و آرد ماهی و مکمل آنزیمی در تغذیه قزل آلاها

* S = میزان پروتئین آرد سویا در جیره * E = میزان مکمل آنزیمی موجود در جیره

طبق این نتایج بهترین شرایط از نظر درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین مربوط به تیمار شاهد شامل ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد ماهی بوده اما تیمار شامل ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی هم تفاوت معنی داری در نسبت APD با شاهد نشان نداد ($P>0/05$). در سطوح مختلف جایگزینی پروتئین آرد سویا در جیره غذایی بصورت درون گروهی با افزایش میزان مکمل آنزیمی افزایشAPD مشاهده میگردد . هرچند بطور کلی با افزایش میزان پروتئین آرد سویا در جیره غذایی میزان APD کاهش می یابد . کمترین APD در تیمار حاوی۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا بدون مکمل آنزیمی دیده شد .

جزئیات نتایج فوق در جدول (۴ – ۱۴) پیوست ارائه شده است .

فصل پنجم :

بحث و نتیجه گیری

۵ -۱ - بحث :

نتایج این پژوهش نشان دادند که استفاده از مکمل آنزیمی آویزایم تاثیر مثبتی بر میزان بقا دارد .
تحقیقات دیگر نشان داده اند که استفاده از آرد سویا در جیره غذایی آزاد ماهیان می تواند موجب بروز اختلالات فیزیولوژیک و پاتولوژیک در دستگاه گوارش این ماهی ها شود که این عوارض ناشی از وجود عوامل ضد تغذیه ای موجود در این ماده است و می تواند زمینه ساز بروز تلفات گردد (Baeverfjird and Krogdahl ., 1996) ، اما چنانکه در قسمت نتایج مشاهده شد تیمارهای حاوی ۲۵ ٪ و ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا (بترتیب معادل ۱۹ ٪ و ۳۹ ٪ کل وزن جیره) در قیاس با تیمار شاهد اختلاف معنی داری در میزان بقا و بازماندگی نداشته اند ، در تیمارهای دیگر هم که میزان آرد سویای جیره غذایی افزایش یافت ، میزان بازماندگی و بقا کاهش یافت . نتایج مشابهی هم در تحقیقات Refstie و همکاران در سال ۱۹۹۷ گزارش شد ، اما در گزارش حاضر علی رغم مشاهده کاهش میزان بقا بازای افزایش مقدار آرد سویای جیره ، این فاکتور بصورت درون گروهی در تیمارهای با سطح جایگزینی یکسان پروتئین سویا ، همسو با افزایش میزان مکمل آنزیمی جیره غذایی، افزایش یافت که نمایانگر تاثیر مثبت این مکمل آنزیمی در رفع معایب استفاده از آرد سویا بوده است .

ترکیب بدن و کیفیت لاشه محصول از دیگر فاکتورهای مورد بررسی در پژوهش حاضر بوده است .
تا کنون امکان استفاده از آرد سویا به عنوان جایگزینی برای آرد ماهی در تغذیه چندین گونه از آبزیان از جمله آزاد ماهیان مورد مطالعه قرار گرفت و اثرات آن بر ترکیب بدن و کیفیت لاشه آنها بررسی شده است (Kikuchi ., 1999) .
در پژوهش حاضر افزایش سطح پروتئین سویا و همینطور افزایش میزان مکمل آنزیمی در جیره غذایی تیمارهای مختلف تاثیر معنی داری بر کیفیت لاشه محصول نداشته است .
Webster و همکاران هم در سال ۱۹۹۵ در بررسی استفاده از آرد سویا به جای آرد ماهی در رژیم غذایی گربه ماهی آبی (*Ictalurus furatus*) هیچگونه اختلاف معنی داری را در ترکیب بدن اعم از پروتئین، چربی

و رطوبت لاشه محصول تیمارهای مختلف که دارای سطوح مختلف جایگزینی آرد سویا بجای آرد ماهی در جیره شان بودند ، مشاهده نکردند .

نتایج مشابهی هم در مطالعات Dsouza و همکارانش در سال ۲۰۰۶ ، پیرامون اثر جایگزینی آرد سویا در مقادیر ۲۰ ٪ و ۴۰ ٪ به جای آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان مشاهده شد .

در پژوهش حاضر ، میزان پروتئین لاشه محصول تیمارهای مختلف تفاوت آماری معنی داری با هم و با تیمار شاهد نداشتند اما با در نظر گرفتن کمیت اعداد مشاهده شد که با افزایش میزان سویا در جیره غذایی میزان پروتئین تثبیت شده در لاشه کاهش می یابد . ازسوی دیگر افزایش میزان مکمل آنزیمی در تیمارهای دارای میزان یکسان آرد سویا باعث بیشتر شدن میزان پروتئین نهایی لاشه شد . در مورد میزان چربی و انرژی بافت لاشه هم تفاوت آماری معنی داری بین تیمارهای مختلف و تیمار شاهد بجز تیمار حاوی ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۷۹ ٪ کل وزن جیره) و بدون مکمل آنزیمی دیده نشد ، در این مورد هم افزایش میزان آرد سویا در جیره غذایی بطور کمی باعث کاهش میزان چربی و انرژی بافت لاشه شد ولی میزان مکمل آنزیمی آویزایم هیچ تاثیری بر کاهش یا افزایش میزان این فاکتورها در بافت نداشت .

فاکتورهای دیگری که در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفتند شامل افزایش وزن بدن و درصد افزایش وزن بچه ماهیان نسبت به وزن اولیه بودند که نشان دهنده میزان رشد وزنی در طول دوره آزمایش بوده و تا حدی نمایانگر کیفیت پرورش می باشند .

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزایش میزان پروتئین سویا در جیره غذایی باعث کند شدن روند افزایش وزن بدن و درصد افزایش وزن در تیمارهای با سطوح پروتئین آرد سویای بیش از ۵۰ ٪ (معادل ۳۹ ٪ کل وزن جیره) شده است . در همین راستا تحقیقات Pongmaneerat و Watanabe در سال ۱۹۹۲ هم نشان داد که استفاده بیش از ۲۰ ٪ آرد سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان موجب کاهش رشد این ماهی می گردد که مؤید نتایج پژوهش حاضر می باشند . البته باید توجه داشت که در پژوهش حاضر تیمار حاوی ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۳۹ ٪ کل وزن جیره) به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی در فاکتورهای مذکور تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نداشته است($P>0/05$) که نمایانگر تاثیر مثبت مکمل آنزیمی در این فاکتورها بوده و امکان بهره گیری از آن برای افزایش میزان آرد سویای موجود در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین

کمان را تایید می کند . نتایج مشابهی در تحقیقات Carter و همکاران در سال ۱۹۹۴ هم دیده شد و مشخص گردید که استفاده از مولتی آنزیم حاوی پروتئاز و کربوهیدراتاز در جیره های حاوی ۳۳/۹ ٪ آرد سویا منجر به رشد بیشتر ماهی آزاد اقیانوس اطلس حتی در قیاس با جیره ای که تمام پروتئین آن توسط آرد ماهی تامین می شد گردید . همچنین در پژوهش حاضر مشاهده شد که تیمارهای حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۱۹ ٪ کل وزن جیره) به همراه ۵۰۰ ppm مکمل آنزیمی هم در فاکتورهای مذکور تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نداشته است و حتی تیمار دارای ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی دارای افزایش وزن بیشتری نسبت به تیمار شاهد بوده است . مورد اخیر نمایان گر تاثیر مثبت مکمل آنزیمی آویزایم بر روند افزایش وزن می باشد ، خصوصاً اینکه مشاهده شد تقریباً در کلیه تیمارهای دیگر که دارای سطوح یکسان جایگزینی پروتئین آرد سویا بوده اند ، با افزایش میزان مکمل آنزیمی در جیره غذایی میزان رشد وزنی بهبود معنی داری نشان داده است .

اما از سوی دیگر مشاهده شد که فاکتورهای افزایش وزن و درصد افزایش وزن تیمارهای حاوی ۷۵ ٪ و ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا (بترتیب معادل ۵۸ ٪ و ۷۹ ٪ کل وزن جیره) نسبت به تیمارهای قبلی بطور معنی داری کاهش داشته اند . در همین راستا Burrels و همکاران در سال ۱۹۹۹ گزارش نمودند که جایگزینی بیش از ۵۰ ٪ آرد ماهی با آرد سویا باعث کاهش رشد ماهی می گردد . نتایج مشابهی هم توسط Rumsey و همکاران در سال ۱۹۹۴ و همینطور Olli و Krogdahl در سال ۱۹۹۵ ارائه شده بودند . علت این امر می تواند از یکسو با وجود عوامل ضد مغذی مانند آنتی تریپسین ، لکتین و ... در آرد سویا مرتبط باشد و از سوی دیگر ممکن است تحت تاثیر وجود پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای(NSPs) موجود در سویا باشد که برای ماهیها و سایر جانوران تک معده ای غیر قابل هضم هستند(Smith., 1977; Oliva et al., 1994)

البته باید توجه داشت که وجود عوامل ضد تغذیه ای در سویا باعث بروز التهابات دستگاه گوارش و خصوصاً روده ها هم می شوند که منجر به بروز اختلال در فرآیند گوارش و در نهایت کاهش رشد خواهند شد (Baeverfjord and Krogdahl ., 1996 ; Rumsey et al ., 1994).

فاکتور مورد بحث دیگر در پژوهش حاضر ، رشد طولی ماهی های تیمارهای مختلف بوده که بر حسب برآیند میزان افزایش طول محاسبه شده است .

مطابق با نتایج پژوهش حاضر بیشترین میزان افزایش طول در تیمارهای حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۱۹ ٪ کل وزن جیره) به همراه ۵۰۰ ppm مکمل آنزیمی و ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی مشاهده شد که مؤید اثر مثبت مکمل آنزیمی در این فاکتور بوده است . از سوی دیگر مشاهده شد که با افزایش میزان آرد سویای جیره غذایی میزان رشد طولی کاهش یافت . در همین راستا در تحقیق Heikkinen و همکاران در سال ۲۰۰۶ هم نتایج مشابهی مشاهده شده بود . همچنین در پژوهش حاضر مشاهده شد که علی رغم کاهش میزان رشد طولی در تیمارهای حاوی آرد سویای بیشتر ، در تیمارهای با سطح جایگزینی یکسان پروتئین آرد سویا ، افزایش میزان مکمل آنزیمی آویزایم تاثیر مثبتی بر بهبود رشد طولی ماهی ها داشته است بطوری که تیمار حاوی ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۳۹ ٪ کل وزن جیره) به همراه ۵۰۰ ppm و ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی و همینطور تیمار حاوی ۷۵ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۵۸ ٪ کل وزن جیره) به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی هم تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نشان ندادند ($P>0/05$).

افزایش میزان پروتئین آرد سویا در جیره های غذایی مورد مصرف در این پژوهش تاثیری منفی بر فاکتور وضعیت (CF) داشت و این فاکتور بطور نسبی روندی نزولی نشان داد ، هرچند این تفاوت ها از سطوح جایگزینی ۷۵ ٪ و بالاتر پروتئین آرد سویا در جیره غذایی معنی دار گردید ($P<0/05$).

البته در این مورد تیمارهای تغذیه شده با جیره های حاوی ۲۵ ٪ و ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا (بترتیب معادل ۱۹ ٪ و ۳۹ ٪ کل وزن جیره) تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نشان ندادند . از سوی دیگر هم مشاهده شد که با افزایش میزان مکمل آنزیمی در جیره های حاوی مقادیر یکسان پروتئین سویا ، فاکتور وضعیت دارای بهبودی نسبی شد . با توجه به این نتایج می توان ادعا نمود که مکمل آنزیمی آویزایم بر ضریب چاقی ماهی قزل آلای رنگین کمان تغذیه شده با آرد سویا هم دارای تاثیر مثبتی می باشد .

از فاکتورهای دیگر مورد بررسی غذای خورده شده روزانه برحسب درصد وزن بدن در روز بود که در واقع نسبت غذای خورده شده به وزن بدست آمده برای هر ماهی می باشد . این فاکتور یکی از شاخص های کمی تبدیل غذا است که نسبت به زمان در نظر گرفته می شود ، در عین حال این فاکتور میزان رغبت ماهی ها به استفاده از غذاهای مختلف را هم نشان می دهد . مطابق با نتایج این پژوهش با افزایش میزان پروتئین آرد سویا

به میزان ۷۵ ٪ و ۱۰۰ ٪ کل جیره غذایی ، (معادل بترتیب ۵۸ ٪ و ۷۹ ٪ کل وزن جیره) رغبت ماهی ها به مصرف غذا بطور نسبی کمتر شد ، هرچند تنها تیمار تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا از این نظر با تیمار شاهد تفاوتی معنی دار نشان داد . این نتایج مؤید نتایج تحقیقات قبلی که در این زمینه انجام شده بودند است (Gomes et al ., 1995 ; Refstie et al ., 1997) .

در همین راستا Gomes و Kaushik طی تحقیقاتی در سال ۱۹۹۲ عنوان کردند ماهی قزل آلای رنگین کمان بطور انتخابی و داوطلبانه بیشتر تمایل به استفاده از آرد ماهی در قیاس با آرد سویا دارد و بطور کلی ماهی ها بر حسب ذائقه خود بیشتر به سمت جیره ای خاص جلب می شوند .

از سوی دیگر باید توجه داشت که در تیمارهای با جایگزینی پروتئین یکسان ، بصورت درون گروهی، تیمارهای حاوی مقادیر بیشتر مکمل آنزیمی بیشتر توسط ماهی ها مصرف شدند . علت این امر را شاید بتوان بهبود شرایط هضم غذا و همینطور سلامت بیشتر دستگاه گوارش ماهی ها در حضور مقادیر بیشتر مکمل آنزیمی عنوان نمود که منجر به امکان تغذیه بیشتر توسط آنها شد .

یکی از عوامل اقتصادی بودن پرورش آبزیان مقدار ضریب تبدیل غذایی (FCR) است ، چراکه علاوه بر کاهش هزینه های غذا و غذادهی به سبب مقدار کمتر غذادهی، از آلودگی ثانویه آب محیط پرورش و به تبع آن کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری خواهد کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش میزان آرد سویای جیره باعث افزایش ضریب تبدیل غذایی (FCR) هم می گردد. نتایج مشابهی هم در تحقیقات پیشین مشاهده شده بود (Rumsey et al., 1994 ; Olli and Krogdahl ., 1995 ; Romarheim et al ., 2006) .

اما از سوی دیگر در پژوهش حاضر تفاوت معنی داری بین FCR تیمارهای حاوی ۲۵ ٪ و ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا (بترتیب معادل ۱۹ ٪ و ۳۹ ٪ کل وزن جیره) و تیمار شاهد مشاهده نشد ، درضمن در تیمارهای دارای سطوح یکسان جایگزینی پروتئین ، با افزایش میزان مکمل آنزیمی آویزایم ضریب تبدیل غذایی روندی نزولی پیدا کرد و بهبود یافت . این موارد نتایج متفاوتی را با تحقیقات قبلی نشان داد . در تحقیقات قبلی عنوان شده بود که افزودن ۲۰ – ۳۰ ٪ آرد سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلا منجر به افزایش ضریب تبدیل غذایی میگردد (Yamamoto and Akiyama ., 1991 ; Rumsey et al ., 1994 ; Olli and Krogdahl ., 1995 ; Davies and Morris ., 1997 ; Refstie et al ., 2000) .

بهبود ضریب تبدیل غذایی در پژوهش حاضر می تواند مؤید کارایی مناسب مولتی آنزیم آویزایم در تغذیه قزل آلای رنگین کمان با جیره های حاوی آرد سویا باشد .

تاثیرات مثبت استفاده از مولتی آنزیم ها در تغذیه آزاد ماهیان در گزارش تحقیقات Carter و همکاران در سال ۱۹۹۴ هم منعکس شده بود . طی تحقیقات مذکور که بر روی کارایی استفاده از مولتی آنزیم حاوی پروتئاز و کربوهیدراتاز در تغذیه ماهی آزاد اقیانوس اطلس از جیره های حاوی آرد سویا انجام شده بود ، ضریب تبدیل غذایی جیره های حاوی ۳۳/۹ ٪ آرد سویا بانضمام مولتی آنزیم بطور معنی داری کمتر از ضریب تبدیل جیره های حاوی همان میزان آرد سویا بدون افزودن مکمل آنزیمی و حتی جیره هایی که در آنها تنها از آرد ماهی بعنوان منبع پروتئینی استفاده شده بود تشخیص داده شد .

البته در پژوهش حاضر مشاهده شد که کارایی مولتی آنزیم آویزایم در کاهش ضریب تبدیل غذایی ماهی قزل آلا بیشتر هم بوده است . علت این امر شاید انعطاف پذیری بیشتر ماهی قزل آلا به تغییرات جیره غذایی نسبت به ماهی آزاد اقیانوس اطلس باشد (Refstie et al ., 2000) .

شدت تاثیر مثبت مولتی آنزیم آویزایم در تیمارهای حاوی ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل۷۹ ٪ کل وزن جیره) کاملاً محسوس است ، بطوریکه در بین این تیمارها ، تیمار فاقد مکمل آنزیمی دارای ضریب تبدیل بسیار بالایی نسبت به تیمارهای دارای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm آویزایم می باشد .

افزایش ضریب رشد ویژه (SGR) از مهمترین شاخص هایی است که در کارگاه های تکثیر و پرورش از مورد توجه قرار می گیرد .

در پژوهش حاضر ضریب رشد ویژه (SGR) تیمارهای مختلف با افزایش میزان آرد سویای موجود در جیره غذایی کاهش یافت . در همین راستا Gomes و همکاران هم در سال ۱۹۹۵ بطور مشابه گزارش داده بودند که با افزایش میزان آرد سویا و سایر پروتئین های گیاهی در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان میزان ضریب رشد ویژه کاهش می یابد . علت این امر را می توان در تحقیقات Rumsey و همکاران در سال ۱۹۹۴ جستجو نمود . طی تحقیقات مذکور عنوان شد که استفاده از آرد سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان بخاطر بوجود آوردن التهابات دستگاه گوارش که می تواند به تخریب مخاط روده منجر گردد باعث کاهش ضریب رشد ویژه می شود . البته باید توجه داشت که در پژوهش حاضر بیشترین میزان SGR مربوط به تیمار

حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۱۹ ٪ کل وزن جیره) به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی بوده است ، هرچند این تیمار در قیاس با تیمار شاهد تفاوت معنی داری را نشان نداد ($P>0/05$). از سوی دیگر تیمار حاوی ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۳۹ ٪ کل وزن جیره) به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی هم علیرغم اینکه بطور معنی داری ضریب رشد ویژه کمتری نسبت به تیمار حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۱۹ ٪ کل وزن جیره) به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی داشت ، اما از نظر آماری اختلاف معنی داری با تیمار شاهد نشان نداد . در ضمن در تیمارهای دیگر هم که دارای سطوح جایگزینی یکسان پروتئین آرد سویا بودند ، بصورت درون گروهی با افزایش میزان مکمل آنزیمی افزایش SGR مشاهده گردید . پایین ترین میزان SGR هم مربوط به تیمار حاوی۱۰۰ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۷۹ ٪ کل وزن جیره) بدون مکمل آنزیمی بوده است که بطور معنی دار نسبت به سایر تیمارها کم بوده است . بطور کلی می توان ادعا نمود که موارد فوق الذکر نمایانگر تاثیر مثبت مولتی آنزیم آویزایم در بهبود ضریب رشد ویژه می باشند .نتایج مشابهی هم در تحقیقات Carter و همکاران در سال ۱۹۹۴ مبنی بر تاثیرات مثبت استفاده از مولتی آنزیم حاوی پروتئاز و کربوهیدراتاز در تغذیه ماهی آزاد اقیانوس اطلس از جیره های حاوی آرد سویا ارائه شده بود .

در پژوهش حاضر نسبت بازده پروتئین (PER) هم در تیمارهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که با افزایش میزان آرد سویای موجود در جیره غذایی نسبت بازده پروتئین کاهش می یابد . با توجه به وجود عوامل ضد مغذی مختلف نظیر آنتی تریپسین و ... در آرد سویا چنین نتیجه ای قابل انتظار هم بوده است. اما مطابق با نتایج بهترین نسبت بازده پروتئینی(PER) درتیمار حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۱۹ ٪ کل وزن جیره) به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی مشاهده شد و حتی در قیاس با تیمار شاهد هم تفاوت معنی داری نشان داده و از آن بیشتر بود ($P<0/05$). از سوی دیگر PER تیمار حاوی ۵۰٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۳۹ ٪ کل وزن جیره) به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نشان نداد . در تیمارهای مختلف هم که دارای سطوح یکسان جایگزینی پروتئین آرد سویا در جیره غذایی بودند ، بصورت درون گروهی با افزایش میزان مکمل آنزیمی افزایش PER مشاهده شد .
موارد فوق می توانند دلیلی بر کارایی مولتی آنزیم آویزایم در بهبود قابلیت بهره گیری از پروتئین گیاهی موجود در جیره توسط ماهی قزل آلا باشند .

بیشتر بودن میزان کارایی غذا نمایانگر امکان هضم و جذب بهتر آن توسط ماهی ها و امکان تبدیل بیشتر آن به وزن بدن ماهی ها است .

مطابق با نتایج پژوهش حاضر ، کارایی غذا (FE) با افزایش میزان پروتئین آرد سویا در جیره های غذایی روندی نزولی نشان داد ، هرچند بصورت درون گروهی و در تیمارهای حاوی سطوح جایگزینی پروتئین یکسان ، با افزایش میزان مکمل آنزیمی میزان کارایی غذا نیز افزایش یافت که باز هم مؤید تاثیرات مثبت استفاده از مولتی آنزیم آویزایم در تغذیه ماهی قزل آلا با جیره های حاوی آرد سویا می باشد . لازم بذکر است در بررسی این فاکتور هم مشاهده شد که تمامی تیمارهای حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۱۹ ٪ کل وزن جیره) و همچنین تیمارهای حاوی ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۳۹ ٪ کل وزن جیره) به همراه ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی دارای FE تقریباً برابر با تیمار شاهد بوده و از این نظر تفاوت معنی داری با آن نشان ندادند ($P>0/05$). این موارد هم نشان می دهند که استفاده از مولتی آنزیم آویزایم می تواند بطور بسزایی کارایی غذا های حاوی آرد سویا را در تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان افزایش دهد .

بررسی قابلیت هضم ظاهری مواد غذایی در ماهیان از گامهای مهم برای جیره نویسی مناسب جهت رفع تمام نیازهای تغذیه ای آنها است(Cho ., 1992)، چرا که بالا بردن قابلیت گوارش و هضم جیره های غذایی ماهی ها موجب افزایش راندمان بهره گیری از مواد مغذی و رشد آنها خواهد شد (Carter et al ., 1994) .

از آنجا که در پژوهش حاضر بررسی امکان جایگزینی پروتئین آرد سویا در کنار مکمل آنزیمی در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان مد نظر بوده است ، لذا به مطالعه تغییرات قابلیت هضم ظاهری پروتئین (APD) در تیمارهای مختلف پرداخته شد .

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش میزان آرد سویا در جیره غذایی درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین دچار کاهش شد . نتایج مشابهی هم در تحقیقات Romarheim و همکاران در سال ۲۰۰۶ گزارش شده بود . حتی در تحقیقات Barrows و همکاران در سال ۲۰۰۷ گزارش شد که اکسترود کردن و استفاده از تیمارهای حرارتی هم نتوانست تاثیر مثبتی بر میزان قابلیت هضم پذیری پروتئین آرد سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان داشته باشد .

اما باید توجه داشت که در پژوهش حاضر ، علی رغم این که بالاترین درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین مربوط به تیمار شاهد حاوی ۱۰۰ ٪ پروتئین آرد ماهی بوده است ، اما تیمار حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۱۹٪ کل وزن جیره) به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی هم تفاوت معنی داری در نسبت APD با تیمار شاهد نشان نداد ($P>0/05$). در عین حال تیمار حاوی ۵۰ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۳۹ ٪ کل وزن جیره) به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل آنزیمی هم با تیمار حاوی ۲۵ ٪ پروتئین آرد سویا (معادل ۱۹٪ کل وزن جیره) و بدون مکمل آنزیمی ، تفاوت معنی داری در درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین نداشتند . در تیمارهای دارای میزان پروتئین آرد سویای یکسان در جیره غذایی هم بصورت درون گروهی با افزایش میزان مکمل آنزیمی افزایشAPD مشاهده شد . این نتایج می توانند دلیلی بر تاثیر مثبت مولتی آنزیم آویزایم بر این فاکتور در پژوهش حاضر باشند . در همین راستا Carter و همکاران هم در تحقیقات خود در سال ۱۹۹۴ که بر روی امکان بهره گیری از مکمل آنزیمی برای استفاده از آرد سویا در جیره غذایی ماهی آزاد اقیانوس اطلس انجام شده بود ، گزارش دادند که مولتی آنزیم حاوی کربوهیدراتاز و پروتئاز می تواند موجب افزایش قابلیت هضم پذیری پروتئین سویا در دستگاه گوارش این ماهی ها شود که می تواند مؤید نتایج پژوهش حاضر باشد .

۵ -۲ - نتیجه گیری :

پژوهش حاضر نشان داد که مولتی آنزیم آویزایم حاوی پروتئاز ، زایلاناز و آمیلاز ، کارایی مثبتی در برطرف نمودن اثرات منفی استفاده از آرد سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان دارد و به تبع آن موجب بهبود شاخص های رشد ، بقا و قابلیت هضم پروتئین سویا می گردد .

درضمن نتایج این پژوهش استفاده از دوز ۱۰۰۰ ppm مولتی آنزیم مذکور در جیره های حاوی آرد سویا را توصیه می کند ، هرچند شاید مقادیر بیشتر این مکمل در جیره های غذایی دارای تاثیرات بهتری هم باشد اما تایید آن منوط به پژوهش های بعدی خواهد بود .

از سوی دیگر نتایج این پژوهش نشان داد که می توان با اضافه نمودن ۱۰۰۰ ppm مولتی آنزیم آویزایم به جیره های غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان ، میزان آرد سویای موجود درجیره را تا ۳۹ ٪ افزایش داد ، بدون اینکه بر روی شاخص های رشد و بقای ماهی تاثیری منفی گذاشته شود .

بدین ترتیب با توجه به قیمت آرد ماهی و آرد سویا (بترتیب هر کیلوگرم۱۰۰۰ و ۴۵۰ تومان در زمان انجام تحقیق) قیمت جیره آزمایشی مورد نظر (حاوی ۳۹ ٪ آرد سویا) نسبت به جیره شاهد که تنها منبع پروتئینی آن آرد ماهی بوده ، حدود ۲۵ ٪ کاهش یافت (قیمت هر کیلوگرم جیره آزمایشی مذکور ۶۲۵ تومان و هر کیلوگرم جیره شاهد ۸۱۵ تومان در زمان انجام تحقیق).

با توجه به قیمت کم این مکمل آنزیمی (هر کیلوگرم ۱۰۰۰۰ تومان در زمان انجام تحقیق) و نظر به اینکه هزینه تغذیه این ماهی بیشترین سهم هزینه جاری پرورش را شامل می شود ، استفاده از این مکمل آنزیمی تاثیر بسزایی در کاهش قیمت تولید و به تبع آن افزایش سودآوری پرورش دهندگان خواهد داشت .

پیشنهادات :

- توصیه می گردد در پژوهش هایی مشابه ، دوزهای بالاتر مولتی آنزیم آویزایم در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان مورد بررسی قرار گیرد تا تاثیرات مثبت ویا احتمالاً منفی استفاده از مقادیر بیشتر این مکمل بهتر قابل ارزیابی باشد .

- با در نظر گرفتن نتایج این پژوهش ، می توان در پژوهش هایی مشابه با جایگزینی آرد سویا در دامنه های کوچکتر امکان استفاده از مقادیر مناسب آرد سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان در کنار این مکمل آنزیمی را بطور دقیق تری مورد بررسی قرار داد .

- برای ارزیابی دقیق تر تاثیرات این مکمل آنزیمی بر عوامل ضد مغذی موجود در آرد سویا و اثرات ناشی از آنها بر دستگاه گوارش ماهی قزل آلای رنگین کمان ، می توان در پژوهشی به بررسی های مورفولوژیک و فیزیولوژیک دستگاه گوارش این ماهی پرداخت .

- با توجه به تاثیرات مثبت این مولتی آنزیم در رفع اثرات سوء تغذیه ای آرد سویا بعنوان پروتئینی گیاهی در ماهیان گوشتخوار ، می توان به بررسی اثرات بهره گیری از آن در استفاده از سایر منابع پروتئین گیاهی نظیر کلزا ، کانولا و . . . و همینطور امکان استفاده از آن برای بهره گیری بیشتر از آرد سویا در جیره غذایی سایر ماهیان گوشتخوار نیز پرداخت .

- با توجه به قیمت کم این مکمل آنزیمی و صرفه اقتصادی ناشی از مصرف آن در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان ، استفاده از آن در مزارع پرورش ماهی قزل آلا قابل توصیه است.

پیوست ها :

۱- وزن کشی ترکیبات غذایی

۲-مخلوط کردن ترکیبات با دست

۳- مخلوط کردن: ۳۰-۲۰ دقیقه

۴- تهیه پلت

۵- دمای ۶۰-۵۰ درجه سانتیگراد

۶- بسته بندی و نگهداری

شکل ۱ : مراحل ساخت جیره های آزمایشی : (وزن کشی ، مخلوط کردن ، چرخ کردن ، خشک کردن و بسته بندی)

سنجش چربی به روش سوکسله

دستگاه Soxtec system

سنجش پروتئین به روش کجلدال

دستگاه کجلدال اتوآنالایزر

سنجش رطوبت: آون در دمای

۱۰۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت

سنجش فیبر به روش Fibertec

دستگاه Fibertec system

شکل ۲ : تجهیزات مورد استفاده برای تجزیه تقریبی غذا و لاشه

شکل ۳ : نمونه ای از ماهی های مورد آزمون

شکل ۴ : غذادهی به ماهی ها

شکل ۵ : استفاده از حفاظ توری بر روی حوضچه ها برای جلوگیری از ورود جانوران مزاحم

شکل ۶ : اندازه گیری دما و زیست سنجی ماهی ها

شکل ۷ : جمع آوری و تهیه نمونه های مدفوع

شکل ۸ : وزن کشی و آماده سازی نمونه های مدفوع

شکل ۹ : هیترهای مورد مصرف برای اندازه گیری Cr_2O_3 موجود در غذا و مدفوع

تغییر رنگ محتویات بالن طی فرآیند اکسیداسیون Cr_2O_3

ماده نارنجی رنگ حاصل از اکسیداسیون Cr_2O_3 ، با ظاهر شدن حلقه هایی بدور بالن

شکل ۱۰ : مراحل آماده سازی مدفوع و غذا برای اندازه گیری میزان Cr_2O_3 و قابلیت هضم ظاهری پروتئین

شکل ۱۱ : مراحل نهایی اندازه گیری میزان Cr_2O_3 مدفوع و غذا ، شامل به حجم رساندن با آب مقطر و اسپکتروفتومتری در طول موج ۳۵۰ نانومتر

جدول ۴ – ۱ – میزان بقا (Survival Rate) :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	بازماندگی
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۲۹/۶۶ ± ۰/۵۷ ^{e}
۲	٪۲۵	صفر	۲۹/۳۳ ± ۰/۵۷ ^{e}
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۲۸/۶۶ ± ۰/۵۷ ^{de}
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۲۸/۶۶ ± ۰/۵۷ ^{de}
۵	٪ ۵۰	صفر	۲۸/۳۳ ± ۰/۵۷ ^{cde}
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۲۸/۶۶ ± ۰/۵۷ ^{de}
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۲۹/۳۳ ± ۰/۵۷ ^{e}
۸	٪ ۷۵	صفر	۲۶/۶۶ ± ۰/۵۷ ^{bc}
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۲۸/۶۶ ± ۰/۵۷ ^{de}
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۲۸/۳۳ ± ۰/۵۷ ^{cde}
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۲۱/۳۳ ± ۲/۵۱ ^{a}
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۲۷/۳۳ ± ۰/۵۷ ^{bcd}
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۲۶/۰۰ ± ۱/۰۰ ^{b}

۴ – ۲ – میزان پروتئین بافت لاشه :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	Protein %
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۱۹/۶۱ ± ۰/۳۴ a
۲	٪۲۵	صفر	۱۹/۳۵ ± ۰/۲۱ a
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۱۹/۳۶ ± ۰/۶۷ a
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۱۹/۲۸ ± ۰/۲۶ a
۵	٪ ۵۰	صفر	۱۸/۶۳ ± ۰/۵۷ a
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۱۸/۹۶ ± ۰/۶۷ a
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۱۹/۱۴ ± ۰/۲۲ a
۸	٪ ۷۵	صفر	۱۸/۹۳ ± ۱/۰۱ a
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۱۸/۳۳ ± ۰/۲۸ a
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۱۹/۰۹ ± ۰/۲۸ a
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۱۸/۱۴ ± ۰/۱۵ a
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۱۸/۳۳ ± ۰/۳۷ a
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۱۸/۵۲ ± ۰/۶۲ a

۴ – ۳ – میزان چربی بافت لاشه :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	Lipid %
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۵/۳۳ ± ۰/۹۴ b
۲	٪۲۵	صفر	۵/۳۶ ± ۰/۰۹ b
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۵/۳۳ ± ۰/۲۳ b
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۵/۳۳ ± ۰/۸۲ b
۵	٪ ۵۰	صفر	۵/۰۶ ± ۰/۴۴ b
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۴/۹۷ ± ۰/۲۶ ab
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۴/۹۸ ± ۰/۳۳ ab
۸	٪ ۷۵	صفر	۴/۶۳ ± ۰/۶۰ ab
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۴/۶۵ ± ۰/۲۶ ab
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۴/۵۹ ± ۰/۵۰ ab
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۴/۳۳ ± ۰/۳۸ ab
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۴/۴۱ ± ۰/۷۸ ab
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۴/۳۶ ± ۰/۷۴ a

۴ – ۴ – میزان انرژی خام (GE) موجود در لاشه :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	Gross Energy (kcal / kg)
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۱۶۰۱/۴ ± ۲۱/۳۶ b
۲	٪۲۵	صفر	۱۵۹۹/۱ ± ۱۲/۴۲ b
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۱۵۸۷/۳ ± ۱۰/۳۰ b
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۱۶۰۷/۳ ± ۴۳/۱۱ b
۵	٪ ۵۰	صفر	۱۵۶۹/۹ ± ۳۲/۱۱ b
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۱۵۵۱ ± ۱۵/۴۱ ab
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۱۵۵۶/۸ ± ۱۹/۹۱ b
۸	٪ ۷۵	صفر	۱۵۳۸/۱ ± ۳۲/۴۱ ab
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۱۴۸۴/۱ ± ۲۷/۳۹ ab
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۱۵۰۱/۸ ± ۴۷/۲۵ ab
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۱۵۳۹/۷ ± ۳۱/۳۴ ab
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۱۵۴۶/۶ ± ۲۸/۹۳ ab
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۱۴۳۶/۱ ± ۱۲/۷۳ a

۴ – ۵ – افزایش وزن (Body weight increase) :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	میزان افزایش وزن (gr)
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۵۱/۸۸ ± ۰/۶۶ g
۲	٪۲۵	صفر	۴۶/۴۲ ± ۴/۶۱ f
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۵۱/۰۸ ± ۰/۷۷ g
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۵۸/۵۱ ± ۱/۵۸ h
۵	٪ ۵۰	صفر	۳۶/۰۵ ± ۱/۶۵ d
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۴۲/۱۴ ± ۰/۲۵ e
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۴۹/۹۰ ± ۲/۸۹ g
۸	٪ ۷۵	صفر	۲۹/۹۲ ± ۱/۳۴ c
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۴۲/۱۴ ± ۰/۲۵ e
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۳۰/۱۷ ± ۰/۶۸ c
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۸/۵۲ ± ۱/۱۷ a
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۳۰/۹۲ ± ۲/۲۵ c
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۲۲/۸۳ ± ۱/۵۸ b

۴ – ۶ – درصد افزایش وزن(Percentage Weight Gain) :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	درصد افزایش وزن
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۵۹/۷۰ ± ۰/۸۸ gh
۲	٪۲۵	صفر	۵۰/۲۱ ± ۳/۰۹ e
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۵۴/۶۴ ± ۲/۲۵ f
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۶۲/۶۶ ± ۲/۰۷ h
۵	٪ ۵۰	صفر	۴۱/۵۲ ± ۲/۹۹ d
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۴۷/۰۴ ± ۱/۱۰ e
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۵۷/۴۲ ± ۴/۲۲ fg
۸	٪ ۷۵	صفر	۳۱/۸۴ ± ۲/۷۱ c
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۳۴/۶۸ ± ۳/۹۱ c
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۳۴/۱۹ ± ۰/۸۱ c
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۹/۸۹ ± ۰/۶۶ a
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۲۳/۵۱ ± ۱/۳۸ b
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۲۶/۷۵ ± ۱/۴۲ b

۴ – ۷ – افزایش طول (Length Gain) :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	افزایش طول(LG) به سانتی متر
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۱/۸۹ ± ۰/۰۲ e
۲	٪۲۵	صفر	۱/۸۴ ± ۰/۳۰ e
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۲/۴۸ ± ۰/۴۵ f
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۲/۳۳ ± ۰/۱۵ f
۵	٪ ۵۰	صفر	۱/۴۶ ± ۰/۰۶ cd
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۱/۵۸ ± ۰/۱۶ cde
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۱/۸۳ ± ۰/۱۵ e
۸	٪ ۷۵	صفر	۱/۰۸ ± ۰/۰۶ b
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۱/۳۰ ± ۰/۰۲ bcd
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۱/۶۵ ± ۰/۱۱ de
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۰/۶۴ ± ۰/۱۴ a
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۱/۰۳ ± ۰/۲۷ b
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۱/۲۷ ± ۰/۱۴ bc

۴ – ۸ – فاکتور وضعیت (Condition factor) :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	فاکتور وضعیت
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	1.26 ± 0.09^{d}
۲	٪۲۵	صفر	1.18 ± 0.08^{bcd}
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	1.19 ± 0.00^{cd}
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	1.20 ± 0.02^{cd}
۵	٪ ۵۰	صفر	1.15 ± 0.02^{abcd}
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	1.17 ± 0.01^{bcd}
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	1.17 ± 0.21^{bcd}
۸	٪ ۷۵	صفر	1.12 ± 0.00^{abc}
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	1.11 ± 0.00^{abc}
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	1.13 ± 0.02^{abcd}
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	1.09 ± 0.06^{abc}
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	1.05 ± 0.04^{ab}
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	1.02 ± 0.12^{a}

۴– ۹ – خوراک مصرفی (Feed intake) :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	خوراک مصرفی (درصد وزن بدن در روز)
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۱/۹۰ ± ۰/۰۵ cd
۲	٪۲۵	صفر	۱/۸۸ ± ۰/۰۰ cd
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۱/۹۴ ± ۰/۱۶ d
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۱/۹۳ ± ۰/۰۵ d
۵	٪ ۵۰	صفر	۱/۸۵ ± ۰/۱۳ cd
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۱/۹۰ ± ۰/۰۲ cd
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۱/۸۸ ± ۰/۰۰ cd
۸	٪ ۷۵	صفر	۱/۷۰ ± ۰/۰۷ bc
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۱/۷۷ ± ۰/۰۳ cd
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۱/۸۸ ± ۰/۱۴ cd
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۱/۳۲ ± ۰/۰۳ a
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۱/۵۵ ± ۰/۰۷ b
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۱/۷۴ ± ۰/۰۷ bc

۴ – ۱۰ – ضریب تبدیل غذایی (Feed Conversation Ratio) :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	ضریب تبدیل غذایی (FCR)
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۱/۲۰ ± ۰/۰۴ ab
۲	٪۲۵	صفر	۱/۴۲ ± ۰/۰۸ abc
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۱/۳۰ ± ۰/۱۱ abc
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۱/۱۸ ± ۰/۰۹ a
۵	٪ ۵۰	صفر	۱/۶۹ ± ۰/۱۰ abcd
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۱/۴۰ ± ۰/۰۵ abc
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۱/۲۴ ± ۰/۰۷ ab
۸	٪ ۷۵	صفر	۲/۰۱ ± ۰/۱۴ de
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۱/۸۵ ± ۰/۱۶ cd
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۱/۷۸ ± ۰/۱۶ bcd
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۵/۵۳ ± ۰/۹۹ f
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۲/۵۲ ± ۰/۲۷ e
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۱/۸۷ ± ۰/۲۱ cd

۴ – ۱۱ – ضریب رشد ویژه (Specific Growth Rate) :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	ضریب رشد ویژه (SGR)
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۱/۱۷ ± ۰/۰۱ ^{gh}
۲	٪۲۵	صفر	۱/۰۱ ± ۰/۰۵ ^{e}
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۱/۰۸ ± ۰/۰۳ ^{f}
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۱/۲۱ ± ۰/۰۳ ^{h}
۵	٪ ۵۰	صفر	۰/۸۶ ± ۰/۰۵ ^{d}
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۰/۹۶ ± ۰/۰۱ ^{e}
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۱/۱۳ ± ۰/۰۶ ^{fg}
۸	٪ ۷۵	صفر	۰/۶۹ ± ۰/۰۵ ^{c}
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۰/۷۳ ± ۰/۰۱ ^{c}
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۰/۷۴ ± ۰/۰۷ ^{c}
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۰/۲۳ ± ۰/۰۱ ^{a}
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۰/۵۲ ± ۰/۰۲ ^{b}
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۰/۵۹ ± ۰/۰۲ ^{b}

۴ – ۱۲- نسبت بازده پروتئین (Protein Efficiency Ratio) :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	نسبت بازده پروتئین(PER)
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۱/۵۵ ± ۰/۰۱ ^{i}
۲	٪۲۵	صفر	۱/۳۸ ± ۰/۰۶ ^{g}
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۱/۴۷ ± ۰/۰۴ ^{h}
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۱/۶۴ ± ۰/۰۴ ^{j}
۵	٪ ۵۰	صفر	۱/۱۶ ± ۰/۰۳ ^{e}
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۱/۲۹ ± ۰/۰۲ ^{f}
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۱/۵۱ ± ۰/۰۲ ^{hi}
۸	٪ ۷۵	صفر	۰/۸۵ ± ۰/۰۱ ^{c}
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۰/۹۹ ± ۰/۰۸ ^{d}
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۱/۰۱ ± ۰/۰۱ ^{d}
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۰/۳۲ ± ۰/۰۲ ^{a}
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۰/۷۵ ± ۰/۰۱ ^{b}
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۰/۷۹ ± ۰/۰۱ ^{bc}

۴ – ۱۳ – کارایی غذا (درصد) **(Feed efficiency)** :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	کارایی غذا (٪)
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۸۴/۳۵ ± ۱/۱۵ cd
۲	٪۲۵	صفر	۷۱/۷۴ ± ۵/۲۶ cd
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۷۶/۵۵ ± ۹/۴۶ d
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۸۷/۶۸ ± ۷/۵۰ d
۵	٪ ۵۰	صفر	۵۹/۲۱ ± ۵/۲۴ cd
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۷۱/۲۹ ± ۳/۸۱ cd
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۸۱/۴۸ ± ۶/۲۰ cd
۸	٪ ۷۵	صفر	۵۱/۸۲ ± ۱/۵۹ bc
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۵۴/۹۱ ± ۶/۸۰ cd
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۵۵/۱۱ ± ۶/۴۶ cd
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۱۸/۲۴ ± ۴/۴۵ a
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۳۸/۵۰ ± ۴/۵۶ b
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۵۳/۴۶ ± ۸/۶۵ bc

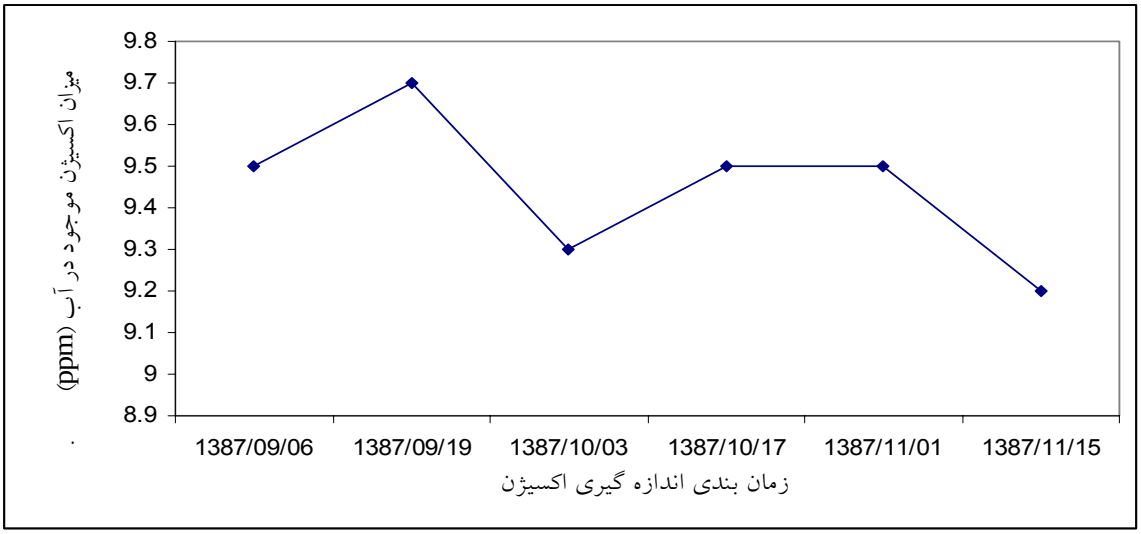
۴ – ۱۴ - درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین (Apparent Protein Digestibility) :

شماره تیمار	سطح پروتئین آرد سویا در جیره غذایی	میزان آنزیم در جیره غذایی	درصد قابلیت هضم ظاهری پروتئین (%APD)
۱ (شاهد)	صفر (۱۰۰ ٪ آرد ماهی)	صفر	۹۳/۷۹ ± ۲/۱۲ h
۲	٪۲۵	صفر	۹۰/۲۷ ± ۰/۶۰ f
۳	٪۲۵	ppm ۵۰۰	۹۱/۴۸ ± ۰/۷۸ fg
۴	٪۲۵	ppm ۱۰۰۰	۹۲/۸۲ ± ۱/۱۱ gh
۵	٪ ۵۰	صفر	۸۵/۷۶ ± ۱/۸۶ e
۶	٪ ۵۰	ppm ۵۰۰	۸۷/۳۲ ± ۰/۶۲ e
۷	٪ ۵۰	ppm ۱۰۰۰	۹۰/۴۶ ± ۰/۴۰ f
۸	٪ ۷۵	صفر	۶۹/۶۶ ± ۰/۵۴ c
۹	٪ ۷۵	ppm ۵۰۰	۸۰/۷۳ ± ۱/۷۸ d
۱۰	٪ ۷۵	ppm ۱۰۰۰	۸۷/۳۲ ± ۱/۲۵ e
۱۱	٪ ۱۰۰	صفر	۵۹/۰۰ ± ۱/۱۳ a
۱۲	٪ ۱۰۰	ppm ۵۰۰	۶۳/۹۷ ± ۰/۲۰ b
۱۳	٪ ۱۰۰	ppm ۱۰۰۰	۶۸/۸۷ ± ۱/۰۹ c

* لازم بذکر است ، همه آزمون های فوق در سطح ۰/۰۵ مورد مقایسه قرار گرفته اند .

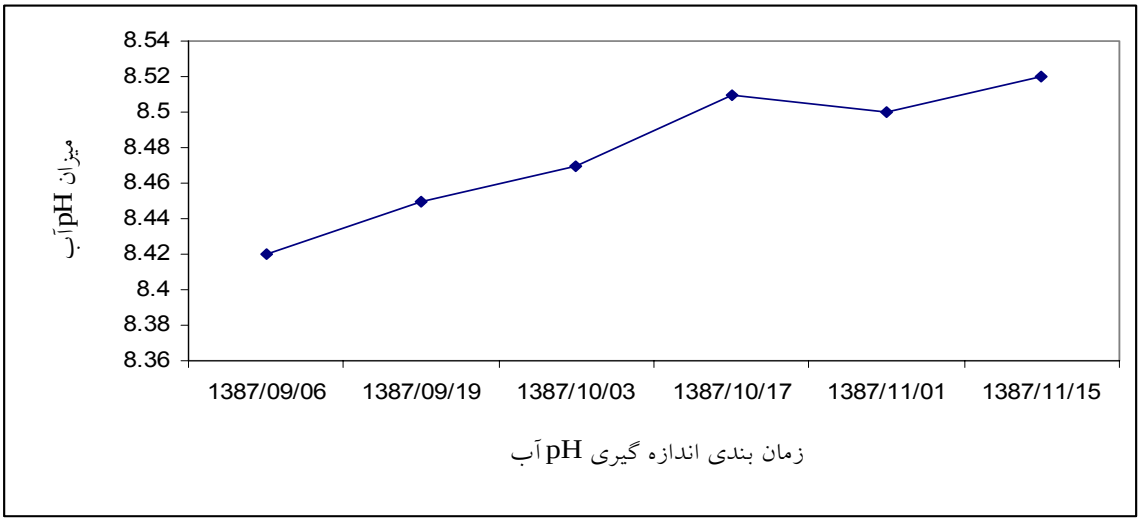
* وجود حروف انگلیسی یکسان در هر خانه جدول نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی دار و حروف غیر همسان نشانگر وجود اختلاف معنی دار است.

نمودار ۱ : روند تغییرات میزان اکسیژن محلول در آب حوضچه ها در طول دوره پرورش



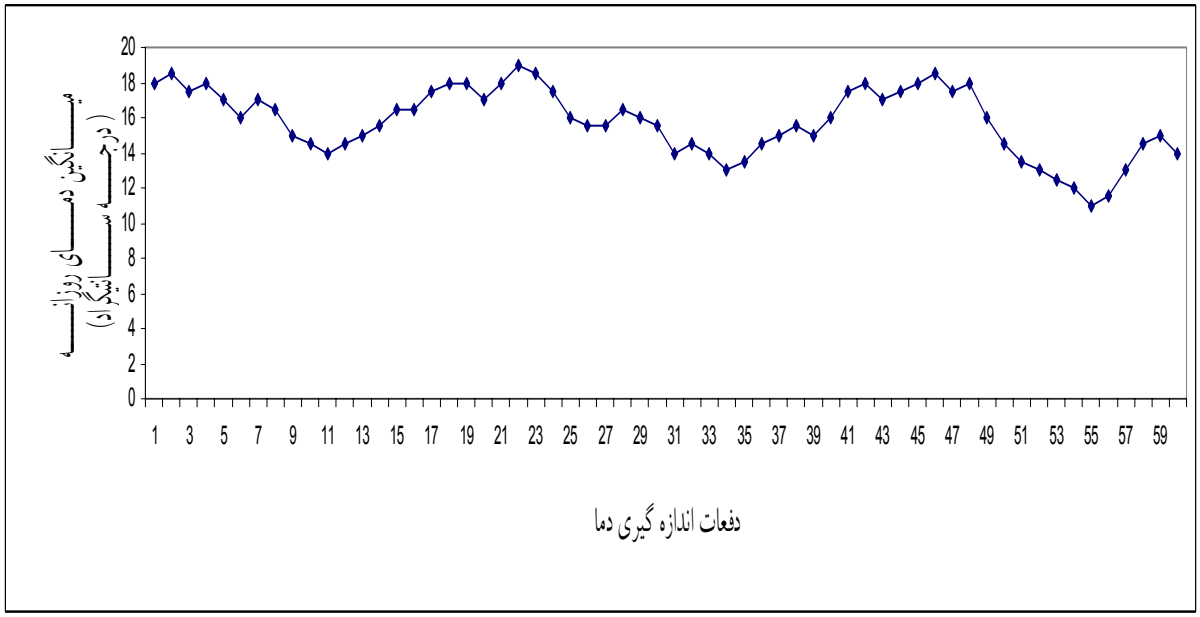
* بر حسب این نتایج میانگین میزان O_2 آب معادل ۰/۲۵ ± ۹/۴۵ میلی گرم در لیتر بوده است .

نمودار ۲ : روند تغییرات میزان pH آب حوضچه ها در طول دوره پرورش



* بر اساس نتایج فوق میانگین میزان pH آب معادل ۰/۰۵ ± ۸/۴۷ بوده است .

نمودار ۳ : روند تغییرات میانگین درجه حرارت آب حوضچه ها در طول دوره پرورش



* برحسب این نتایج میانگین درجه حرارت آب در طول دوره پرورش معادل ۱۵/۷۶ بوده است .

فهرست منابع

– پرهیزگار ، س . ۱۳۷۹ . استفاده از آنزیم فیتاز و عدم استفاده مستمر از آنزیم چند منظوره در جیره جوجه گوشتی . پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشکده علوم دامی ، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران .

– خواجه پور، م. ۱۳۷۶ . تولید نباتات صنعتی . انتشارات دانشگاه تهران .

– دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی . ۱۳۸۶ . سالنامه آماری کشاورزی سال زراعی ۸۴–۸۵ .

– زرگریان ، ن . ۱۳۸۳. اثر آنزیم فیتاز و سویای جیره غذایی بر رشد و ترکیب بدن ماهی قزل آلا ی رنگین کمان. پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشکده علوم دریایی و منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور .

– سالک یوسفی ، م. ۱۳۷۹ . تغذیه آبزیان پرورشی . انتشارات اصلانی ، تهران .

– سحری، م.ع . شریعتمداری . ف ، ۱۳۸۱ . ترکیبات ضد مغذی در خوراک انسان ، دام ، طیور و آبزیان. انتشارات اندیشمند ، تهران .

– کریم زاده ، ق . ۱۳۸۷ . بررسی اثر سطوح مختلف مکمل آنزیمی بر عملکرد ماهی قزل آلای رنگین کمان در جیره حاوی کنجاله کانولا . ارائه شده در نخستین همایش ملی منابع شیلاتی دریای خزر ، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان .

– گروه علمی تحقیقاتی بیوشم . ۱۳۸۴ . کتابچه معرفی آویزایم ۱۵۰۲ . شرکت آریادالمن ، تهران .

– مهرابی ، ی . ۱۳۷۷ .مطالعه اثر بیهوشی پودر گل میخک بر روی ماهی قزل آلای رنگین کمان . فصل نامه آبزی پرور ، تهران . شماره ۲۱ .

- Ai, Q., Mai, K., Tan, B., Xu, W., Duan, Q., Ma, H., and Zhang, L., 2006. Replacement of fish meal by meat and bone meal in diets for large Yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Aquaculture 260, 255-263.

- Alexis M.N. (1990) Comparative evaluation of soybean meal and carob seed germ meal as dietary ingredients for rainbow trout fingerlings. *Aquatic Living Resources* 3, 235-241.

- AOAC, 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15th ed. Washington DC. USA.

- Arndt, R.E., Hardy, R.W., Sugiura, S.H., Dong, F.M., 1999. Effects of heat treatment and substitution level on palatability and nutritional value of soy defatted flour for coho salmon, *(Oncorhynchus kisutch)*. Aquaculture 180, 129–145.

- Arnesen, P. Brattås, L.E., Olli, J., Krogdahl, Å., 1990. Soybean carbohydrates appear to restrict the utilization of nutrients byAtlantic salmon *(Salmo salar)*. In: Takeda, M., Watanabe, T. (Eds.), The Current Status of Fish Nutrition in Aquaculture. The Proceedings of the Third International Symposiumon Feeding and Nutrition in Fish. Tokyo University of Fisheries, Tokyo, pp. 273–280.

- Ayoleke E.Ogunkoya, Greg I. Page, Morenike A. Adewolu, Dominique P. Bureau., 2006. Dietary incorporation of soybean meal and exogenous enzyme cocktail can affect physical characteristics of faecal material egested by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) .Aquaculture 254 , 466–475.

- Austreng , E., 1978. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. Aquaculture 13, 256 – 272 .

- Barrows. F. T, Stone . D.A , Hardy R.W., 2007. The effects of extrusion conditions on the nutritional value of soybean meal for rainbow trout (Oncorhynchus mykiss), Aquaculture 265 , 244–252.

- Beaverfjord, G., Korgdhal, A., 1996. Developemet and regression of soybean meal induced enteritis in salmons distal intestines : a comparison with the intestines of fasted fish. J. Fish Dis. 19, 375-387.

- Bekcan, S., Dogankaya, L., and Cakirogullari, G.C., 2006. Growth and body composition of European catfish (*Silurus glanis*) fed diet containing different percentages of protein. The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh 58(2),137-142.

- Brauge, C. Medale, F. Corraze, G. 1994. Effect of dietary carbohydrate levels on growth performance, body composition and glycaemia in rainbow trout, reared in sea water . Aquaculture 123, 109 - 112 .

- Bureau, D.P., Harris, A.M., Cho, C.Y., 1998. The effects of purified alcohol extracts from soy product on feed intake and growth chinook salmon (Oncorhynchus tshawytscha) and rainbow trout*(Oncorhynchus mykiss)*. Aquaculture 161, 27–43.

- Burrells, C. Williamsa. P.D, Southgateb. P.J , Crampton. V.O,1999. Immunological, physiological and pathological responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to increasing dietary concentrations of soybean proteins. Veterinary Immunology and Immunopathology72 , 277-288.

- Carter ,C.G., Houlihan D.F. & McCarthy I.D. 1992. Feed utilization efficiencies of Atlantic salmon *(Salmo salar)* parr: effect of a single supplementary enzyme. *Comparative Biochemistry and Physiology* lOlA, 369-374.

- Carter ,C. G, Houlihan. D. F, Buchanan. B & I.Mitchell. A., 1994.Growth and feed utilization efficiencies of seawater Atlantic salmon,(*Salmo salar)* L., fed a diet containing supplementary enzymes. Aquaculture and Fisheries Management, 25, 37- 46.

- Cho, C.Y., 1992. Feeding system for Rainbow trout and other salmonids with refrence to current estimates of energy and protein requirements. Aquaculture 100:107-123.

- Cho, C.Y., Bureau, D.P., 2001. Nutrition, energetics and growth of fish: current challenges and approaches. In: Coimbra, J. (Ed.),NATO Aquaculture in the Coastal Zone-Lessons and Opportunities, 14–17 Sep. 1998, Porto, Portugal NATO Science Series A: Life Sciences. IOS Press, Amsterdam, The Netherlands.

- Dabrowski, K. Poczynski. P, Kock. G, and Berger. B., 1998. effect of partially or totally replacing fish meal protein by soybean meal protein on growth ,food utilization and proteolytic enzyme activities in rainbow trout(*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 77, 29-49.

- Davies, S.J., Morris, P.C., 1997. Influence of multiple amino acid supplementation on the performance of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), fed soya based diets. Aquaculture. Res. 28, 65-74.

- De Silva, S.S. and Anderson, T.A., 1995. In: Fish nutrition in aquaculture. Chapman & Hall, London. P. 319.

- Dsouza. N, Stone. D, Brawn. P, 2006. effect of soybean meal-based diet on the quality of *Oncorhynchus mikyiss* fillet. Food scince, 71,4: 337-342.

- Emidio, F. Gomes, Paulo Rema, Sadasivam J. Kaushik., 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)*: digestibility and growthperformance Aquaculture 130 , 177-186

- Fange R. & Grove D.J. (1979) Fish digestion. In: Fish Physiology 8 (ed. by W.S. Hoar, D.J. Randall & J.R. Brett). Academic Press, New York.

- Forster, I., 1999. A note on the method of calculating digestibility coefficients of nutrients provided by single ingredients to feeds of aquatic animals. Aquac. Nutr. 5, 143–145.

- Frederic T. Barrows, David A.J. Stone, Ronald W. Hardy., 2007. The effects of extrusion conditions on the nutritional value of soybean meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 265 , 244–252

- Furukawa A. & Tsukahara H. (1966) The acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. *Bulletin* of the Japanese Society of Scientific Fisheries 32,502-506.

- Gary L. Rumsey, Andrzej K. Siwicki, Douglas P. Anderson and Paul R. Bowser., 1994. Effect of soybean protein on serological response, non-specific defense mechanisms, growth, and protein utilization in rainbow trout(*Oncorhynchus mykiss*). Veterinary Immunology and Immunopathology, 323-339.

- Gomes, E. and Kaushik, S., 1992. Effect of the replacement of dietary inorganic zinc by zinc/methionine on vegetable and animal protein utilization by rainbow trout. In: S.J. Kaushik and P. Luquet (Editors), Fish Nutrition in Practice, Biarritz, France, 24-27 June 199 1. INRA Editions, Les Colloques, pp. 897-902.

- Gomes, E.F. Rema, P. Kaushik, S.J., 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) digestibility and growth performance. Aquaculture 130,177-186.

- Grant G. (1989) Anti-nutritional effects of soyabean: a review. Progress in Foodand Nutritional Science 13,317-348

- Hardy, R.W.,1982. The use of soybean meal in trout and salmon diets.N.O.A.A. Technical Report, NMFS Circular, 477, 15-19.

- Hardy, R.W.,2000. New developments in aquatic feed ingredients , and potential of enzyme supplements. Avences en Nutrition Aquicola V.memories V, symposium International de nutriyion Aquicola. 19-22 Noviember Merdia, Yucatan , Mexico. 216-227.

-Hatlen, B. Helland, B.G. Helland, S.J., 2005.Growth, feed utilization and body composition in two size groupsof Atlantic halibut *(Hippoglossus hippoglossus)* fed diets differing in protein and carbohydrate content. Aquaculture 249 , 401–408.

- Heikkinen, J. Vielma , J. Kemiläinen, O. Tiirola, M, Eskelinen, P, Kiuru,T. Navia-Paldanius, D. Wright, A., 2006. Effects of soybean meal based diet on growth performance, gut histopathology and intestinal microbiota of juvenile rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss).* Aquaculture 261, 259–268.

- Helland, S.J. Grisdale, B. and Nerland, S., 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. Aquaculture 139,157-163.

- Hendricks H.G.C.J.M., Van den Ingh T.S.G.A.M., Krogdahl A., Olli J. & oninkx J.F.J.G. (1991) Binding of soybean agglutinin to small brush border membranes and brush border membrane enzyme activities in Atlantic salmon *(Salmo salar). Aquaculture* 91, 163-170.

- Hernández, M.D. Martínez, F.J. Jover, M. García, B., 2007.Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) diet. Aquaculture 263,159–167

- Hevroy, E.M., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M., and Hemer, G.I., 2005. Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. Aquaculture Nutrition 11, 301-313.

- Hsu, J.T. Satter, L.D., 1995. Procedure for measuring the quality of heat-treated soybeans. J. Dairy Sci. 78, 1353–1361.

- Kahn, M. Huff, H.E. Hsieh, F. Grebing, S. Porter, J. Li, Y., 2003. Retention of nutritional quality of soybean during extrusion cooking. Pak. J. Sci. Ind. Res. 46, 389–394.

- Kikuchi, K. 1999. use of defattued soybean meal as a substitute for fish meal in diet of Paralichthys olivaceus. Aquaculture, 179: 3-11.

- Kim, J. D. and Kaushik, S.J., 1992. Contribiution of digestible energy from carbohydrate and estimation of protein / energy requirenments for growth of rainbow trout. Aquaculture 106, 161-169.

- Krogdahl, Å., Berg-Lea, T., Olli, J.J., 1994. Soybean proteinase inhibitors affect intestinal trypsin activities and amino acid digestibilities in rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)*. Comp. Biochem. Physiol. 107A, 215–219.

- Lilleeng. E, Froystad. M. K, Ostby. G.C, Valen. E.C, Krogdahl. A., 2007. Effects of diets containing soybean meal on trypsin mRNA expression and activity in Atlantic salmon *(Salmo salar)*, Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 147 , 25–36

- Mussatto, S.I., Mancilha, I.M., 2007. Non-digestible oligosaccharides: A review. Carbohydrate Polymers 68 , 587–797.

- National Research Council (NRC)., 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington DC. 114 pp.

- Oliva-Teles, A., Gouvenia, A.J., Gomes, E., Rema, P., 1994. The effect of different processing treatments on soybean meal utilization by rainbow trout, *(Oncorhynchus mykiss)*. Aquaculture 124, 343–349.

- Olli, J.J., Krogdahl, Å., 1995. Alcohol soluble components of soybeans seem to reduce fat digestibility in fishmeal based diets for Atlantic salmon *(Salmo salar, L)*. Aquac. Res. 26, 831–835.

- Peresa, H ., Limb, C., Klesius, Ph ., 2003. Nutritional value of heat-treated soybean meal for channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture 225 , 67– 82.

- Pongmaneerat, J., Watanabe, T., 1992. Utilisation of soybean meal as protein source in diets for rainbow trout. Nippon Suisan Gakkaishi 58 (9), 1761–1773.

- Rackis, J.J., 1974. Biological and physiological factors in soybeans.Assoc.Off. Anal. Chem. (JAOAC) 51, 161A–174A.

- Refstie, S&e. Helland. Stile, J. Storebakken, Trond., 1997. Adaptation to soybean meal in diets for rainbowtrout, (*Oncorhynchus mykiss)* Aquaculture 153 , 263-272.

- Refstie, S. Korsøen, Ø . Storebakken, Trond . Baeverfjord, Grete . Ingrid Lein, Andries J. Roem ., 2000. Differing nutritional responses to dietary soybean meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)* and Atlantic salmon *Salmo salar* .Aquaculture 190 , 49–63.

- Reinitz. G .,1983. Supplementation of rainbow trout starter diets with proteolytic enzyme formulas. Feedstuffs,1983.

- Romarheim, O. H. Skrede, A. Youling, G. Rogdahl, A. Denstadli, V. Denstadli. Einar Lilleeng. Storebakken T., 2006. Comparison of white flakes and toasted soybean meal partly replacing fish meal as protein source in extruded feed for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) . Aquaculture 256 , 354–364.

-Rumsey, G.L., Siwicki, A.K., Anderson, D.P., Bowser, P.R., 1994. Effect of soybean protein on serological response, non-specific defense mechanisms, growth and protein utilization in rainbow trout. Vet. Immunol. Immunopathol. 41, 323–339.

- Smith, R.R., 1977. Recent research involving full-fat soybean meal in salmonid diets. Salmonid 18, 8–11.

- Storebakken, T. Shearer, K.D. Roem, A.J., 2000. Growth, uptake and retention of nitrogen and phosphorus, and absorption other minerals in Atlantic salmon, *Salmo salar* fed diets with fish meal and soy-protein concentrate as the main sources of protein. Aquac. Nutr. 6,103–108.

- Synder, H.E. Kwon, T.W., 1987. Soybean Utilization. Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A.

- Swick, R. A., Akiyama, D. M., Boonyaratpalin, M., Creswell, D. C., 1995. Use of soybean meal and synthetic methionine in shrimp feed. American Soybean Association, Technical Bulletin.

- Tacon, A.G.J., 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp.Washington DC. Argent Laboratories Press . pp. 454.

- Van den Ingh T.S.G.A.M., Krogdahl A., Olli J.J., Hendriks H.G.C.J.M.& Koninkx J.G.J.F.,1991. Effects of soybean-containing diets on the proximal and distal intestine in Atlantic salmon *(Salmo salar):* a morphological study. Aquaculture 94, 297-305.

- Webster, C.D. Tidwell,J.H. Tiv, S. Yancey, H. 1995. Use of soy bean meal as partial or total substitute of fish meal in diets for blue Cat fish(*Ictalurus furcatus*) Aquat. Living Resoul. 8, 379-384.

- Yamamoto T. & Akiyama T.,1991. Substitution of soybean meal for white fish meal in a diet for fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss).* Bulletin of the National Research Institute for Aquaculture 20, 25-32 .

- Zaccorate, I. Gasco, L. Sicuro, B. Palmegiano, G. B. Luzzana, U., 1996. Use of by-product frpm poultry slaughtering in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)*. Rivista Italiana diaquacoltura 31, 145-156.

- Zhang, W.N., Liu, D.A.C., 2005. A new process for the preparation of soybean protein concentrate with hexane-aqueous ethanol mixed solvents. J. AOAC Int. 88, 1217–1222.

Effect of replacement of fish meal with soybean meal plus supplementary enzymes on growth performance , survival rate and apparent digestibility of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Abstract :

This study was carried out to measure the effects of a supplementary multi enzyme on growth performance , survival rate and apparent protein digestibility of rainbow trout fed some diets containing different amounts of soy bean meal.

Five exprimental diets with replacement of 25 , 50 , 75 and 100 percent of fish meal protein by soy bean meal protein were made and 0 , 500 and 1000 ppm dosages of supplementary multi enzyme had used in each of them. By the means a diet with fish meal as the only source of protein has used as the control. So this study had 13 treatments. The trouts in 89.40 ± 4.01gr mean weight were stocked in 39 exprimental fiberglass tanks in aboundance of 30 fish per any tank. These specimens fed exprimental diets for 8 weeks and ten of them in each tank fed same diets which added Cr_2O_3 to them for one more week to measure the apparent protein digestibility in them.

The results shown that supplementary multi enzyme (Avizyme) which contains Protease , Amylase and Xylanase , caused increases in growth performance , survival rate and apparent protein digestibility in trouts which fed soybean meal.

Also this study shown that using 1000 ppm of Avizyme in diets which containing soybean meal had the best results and the diet which contained 39 % soybean meal with this amount of enzymes, had no significant differences by the control in any of the studied factors.

Key words : soybean meal , enzyme (Avizyme) , feeding , growth performance , apparent digestibility , rainbow trout