

اثرات افزودن آنزیم آویزایم به جیره غذایی حاوی مقادیر مختلف پروتئین گیاهی کانولا بر

شاخص‌های رشد میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*)

*حسین آنزی^۱، رضا قربانی واقعی^۲ و مهران جواهری بابلی^۳

^۱دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات استان خوزستان، اهواز، ^۲پژوهشکده میگوی کشور- بوشهر،

^۳دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۱۶

چکیده

این مطالعه به منظور تعیین اثرات افزودن مولتی آنزیم آویزایم بر شاخص‌های رشد و ترکیب بدن میگوی سفید غربی با میانگین وزن اولیه $2/5 \pm 0/5$ گرم انجام گرفت. این آزمایش با ۵۲۵ عدد میگو در ۲۱ تانک پلاستیکی ۵۰ لیتری در ۷ تیمار شامل شاهد (فاقد کنجاله کانولا، فاقد مولتی آنزیم آویزایم و ۳۰ درصد آرد ماهی)، ۳ تیمار با سطوح ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد کنجاله کانولا به همراه مولتی آنزیم آویزایم و ۳ تیمار فاقد مولتی آنزیم آویزایم اجرا گردید. نتایج حاصله نشان داد که جایگزینی تا ۳۰ درصد کنجاله کانولا به همراه ۰/۵ درصد مولتی آنزیم آویزایم به جای آرد ماهی در جیره غذایی میگوی سفید غربی تاثیر منفی بر عملکرد رشد و نرخ بقا میگوهای تغذیه شده نداشت و عملکرد رشد و نرخ بقا را بهبود می‌بخشد. بیشترین و کمترین درصد بازماندگی در تیمار ۳۰ درصد کنجاله کانولا به همراه ۰/۵ درصد مولتی آنزیم آویزایم با ۸۴ درصد و کمترین آن در تیمار ۱۵ درصد کنجاله کانولا فاقد مولتی آنزیم با ۵۷/۸ درصد بوده که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. به نظر می‌رسد استفاده از جیره‌های حاوی ۳۰ و ۴۵ درصد کنجاله کانولا به همراه ۰/۵ درصد مولتی آنزیم آویزایم و ۳۰ درصد کنجاله کانولا فاقد مولتی آنزیم آویزایم به دلیل صرفه اقتصادی و کاهش هزینه غذا می‌تواند جایگزین آرد ماهی در تهیه جیره‌های غذایی میگوی سفید غربی باشد.

واژه‌های کلیدی: میگوی سفید غربی، شاخص‌های رشد، کنجاله کانولا، آرد ماهی، مولتی آنزیم آویزایم.

مقدمه

غذای آن ارزان‌تر است. در حدود ۷۰ - ۵۰ درصد از هزینه‌های جاری مزارع پرورش میگو را تغذیه میگو به خود اختصاص می‌دهد (Dash و همکاران، ۱۹۹۴). گران‌ترین بخش غذا پروتئین آن است که سطح بالای پروتئین حیوانی بر بازده اقتصادی تولید تأثیر تعیین کننده دارد (Kucharski و Da silva، ۱۹۹۱). بر همین اساس، میگوی سفید غربی به دلیل هزینه پایین غذایی و سازگاری بالا جایگزین سایر گونه‌های پرورشی در جهان گردید (Wyban و همکاران، ۱۹۹۵).

پرورش آبزیان با سرعت زیادی در نقاط مختلف دنیا رو به توسعه و گسترش است. به این ترتیب، تهیه غذای با کیفیت و قیمت مناسب از جمله چالش‌های مهم آبزی‌پروری است. تولید میگوی سفید غربی به‌خصوص در آسیا رشد سریعی داشته و به بیش از ۱۳۸۶۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۴ رسیده و در سال ۲۰۱۰ به بیش از ۲۳۰۰۰۰۰ تن در سال افزایش یافته است (FAO، ۲۰۱۰). میگوی سفید غربی به غذاهایی با پروتئین کمتر (۲۰ تا ۳۵ درصد) نیاز دارد و در نتیجه

*مسئول مکاتبه:

عدد تهیه شد. ابتدا میگوها به ۳ تانک ۳۰۰ لیتری انتقال داده شدند و پس از طی مراحل سازگاری با شرایط محل انجام تحقیق، تعداد ۵۲۵ عدد از بچه-میگوها با میانگین وزن اولیه $2/5 \pm 0/5$ گرم به ۲۱ تانک پلاستیکی ۵۰ لیتری با ۷ تیمار و ۳ تکرار در هر تیمار توزیع شدند. آب تانک‌های آزمایشی قبل از انجام غذادهی هر روز صبح با توجه به کدورت آب تا ۵۰ درصد تعویض می‌شد. زیست‌سنجی میگوها نیز هر ۱۵ روز یکبار انجام گردید. هوادهی در هر تانک با یک سنگ هوا انجام و دوره نوری نیز تحت شرایط طبیعی قرار داشت (12L:12D). خصوصیات فیزیکیوشیمیایی آب مانند دما ($31/60 \pm 0/60$) درجه سانتی‌گراد)، اکسیژن ($5 \pm 0/1$)، شوری ($41 \pm 0/8$) قسمت در هزار) و pH ($7/6 \pm 3$) در طول دوره اندازه‌گیری شدند. پس از آماده‌سازی سیستم پرورشی به‌منظور ارزیابی اثرات افزون آنزیم آویزایم در سطوح مختلف کنجاله کانولا بر شاخص‌های رشد، ۷ نوع جیره (۳ تیمار آزمایشی در سه سطح ۳۰، ۱۵ و ۰ درصد آنزیم آویزایم و ۳ تیمار آزمایشی در سه سطح ۳۰، ۱۵ و ۰ درصد کنجاله کانولا بدون آنزیم) و یک تیمار شاهد (فاقد کنجاله کانولا و آنزیم آویزایم با ۳۰ درصد پروتئین آرد ماهی) با سطوح تقریباً یکسان از پروتئین و انرژی قابل هضم برای تغذیه میگوها مورد استفاده قرار گرفت. قبل از شروع آزمایش، ابتدا میگوها به مدت ۲ هفته در شرایط آدپتاسیون با جیره تجاری تغذیه و سپس به مدت ۸ هفته با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. تغذیه به‌صورت دستی و براساس درصد وزن بدن، روزانه در ۳ وعده در ساعات ۸، ۱۴ و ۲۰ انجام گرفت. هر روز صبح قبل از غذادهی بقایای مدفوع و غذای خورده نشده سیفون و پلت‌های خورده نشده در الک ۳۰۰ میکرون سیفون شده و توسط دستگاه دمنده خشک‌کن برقی خشک شده و وزن آنها به‌عنوان

به‌کارگیری آنزیم‌ها دارای ترکیبات چند آنزیمی عملکرد بهتری نسبت به ترکیبات تک آنزیمی داشته است (افشار مازندران، ۱۳۸۱). استفاده از آنزیم‌ها به‌منظور از بین بردن مواد ضدتغذیه‌ای مانند اسید فیتیک، آنتی‌تریپسین‌ها و غیره در دانه‌های گیاهی می‌تواند مؤثر باشد، در حالی که استفاده از فرآیندهای حرارتی علی‌رغم از بین بردن برخی عوامل ضد تغذیه‌ای، تأثیری منفی بر مواد مغذی شامل پروتئین‌ها، چربی‌ها و سایر اجزا خوراکی از قبیل مواد معدنی و ویتامین‌ها داشته و قابلیت جذب آن‌ها را کاهش می‌دهد. با توجه به ساختار مولتی آنزیم آویزایم، با استفاده از آن در جیره غذایی می‌توان قابلیت هضم پروتئین‌های گیاهی مانند آرد کانولا را افزایش داد، به این ترتیب که پروتئاز موجود در این آنزیم به‌عنوان نیرویی کمکی با افزایش سطح آنزیم‌های پروتئازی دستگاه گوارش میگوی سفید غربی، بازدارنده‌های تریپسین، کموتریپسین، ساپونین و لکتین موجود در کانولا که جزو مواد ضد تغذیه‌ای هستند و با اتصال به آنزیم‌ها تجزیه‌کننده پروتئین از هضم پروتئین جلوگیری می‌نمایند را غیرفعال کرده و قابلیت هضم پروتئین گیاهی کانولا را برای میگو افزایش می‌دهد. به‌همین منظور، در جهت بررسی اثرات افزودن آنزیم در جیره غذای میگوی سفید غربی بالاخص کاربرد مولتی آنزیم آویزایم و جنبه جدید بودن این پژوهش برای اولین بار بر روی میگوی سفید غربی و همچنین درصد نتایج آن بر شاخص‌های رشد و بقا در جیره غذایی از اهمیت خاصی برخوردار خواهد بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تابستان ۱۳۹۰ (تیر و مرداد) در ایستگاه تحقیقاتی بندرگاه پژوهشکده میگوی کشور بوشهر انجام شد. میگوهای وانامی مورد نیاز از استخر پرورشی بخش خصوصی سایت دلوار به تعداد ۱۰۰۰

بود، ریخته و به مدت ۲ ساعت در کنار دستگاه خشک‌کن قرار داده شدند. پس از اتمام مرحله خشک کردن، رشته‌های غذایی با دست خرد و به تفکیک جیره‌های مختلف در ظروف پلاستیکی ریخته شده و در طول مدت انجام پژوهش در یخچال نگهداری گردیدند. هر دو هفته یکبار و در انتهای تحقیق، همه میگوها زیست‌سنجی و شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه از قبیل افزایش وزن (WG)، افزایش طول کل بدن، افزایش طول کاراپاس، نسبت بازده پروتئین (PER)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، بهره‌برداری از پروتئین و درصد بازماندگی (Nour و همکاران، ۲۰۰۴) و درصد خوراک مصرفی (Hatlen، ۲۰۰۵) محاسبه گردید.

برای تجزیه لاشه در ابتدای دوره، به‌طور تصادفی تعداد ۴۰ عدد میگو انتخاب و در پایان دوره پرورش نیز میگوهای تمامی تانک‌ها انتخاب و پس از پوست‌کنی و چرخ کردن، تجزیه تقریبی به‌روش استاندارد صورت گرفت (جدول ۲؛ AOAC، ۱۹۹۵). تمامی آزمایش‌های مذکور در آزمایشگاه تغذیه کارخانه تولید غذای ماهی و میگو هوراش انجام پذیرفت. اندازه‌گیری شامل تعیین ماده خشک (در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت)، خاکستر (در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت)، پروتئین خام (کج‌لدال، نیتروژن $\times 6/25$)، چربی خام (بوسیله دستگاه Soxhlet) بود (AOAC، ۱۹۹۵). این آزمایش با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل با دو فاکتور که فاکتور اول شامل نوع جیره غذایی در سه سطح (جیره نوع ۱، جیره نوع ۲ و جیره نوع ۳) و فاکتور دوم شامل آنزیم (اضافه کردن و اضافه نکردن آن) و تیمار شاهد بدون آنزیم و کانولا بر پایه پروتئین آرد ماهی انجام گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس دوطرفه استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون

غذای خورده نشده محاسبه شد. تلفات در طول دوره پرورش محاسبه و وزن میگوهای تلف شده یادداشت می‌گردید. آویزایم در واقع یک مولتی آنزیم چند منظوره است که توسط شرکت Biochem کشور آلمان تولید شده و شامل مجموعه‌ای از آنزیم‌های پروتئاز (۸۰۰۰ units/gr)، زایلاناز (۶۰۰ units/gr)، آمیلاز (۸۰۰ units/gr) است. البته نکته‌ای که در استفاده از آویزایم باید رعایت نمود این است که این آنزیم بازده خود را تا دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد حفظ می‌نماید و استفاده از دماهای بالاتر در طی فرآیند تولید غذای حاوی این مولتی آنزیم باعث عدم کارایی آن خواهد شد (گروه علمی تحقیقاتی بیوشم، ۱۳۸۴).

پس از تعیین درصد اجزای غذایی مورد نیاز ساخت جیره‌ها در ایستگاه تحقیقاتی بندرگاه پژوهشکده میگوی کشور در بوشهر با استفاده از دستگاه‌های آزمایشگاهی انجام گرفت. ابتدا مواد اولیه مورد نیاز با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شده‌اند. قبل از ریختن اجزای غذایی در مخلوط کن، ابتدا با دستگاه آسیاب به‌خوبی آسیاب و از الک با چشمه ۳۰۰ میکرون عبور داده شده و سپس مواد اولیه وزن شده و در داخل یک دستگاه مخلوط کن به ظرفیت ۲ کیلوگرم ریخته شدند. اجزای غذایی ابتدا به مدت ۱۵ دقیقه به‌صورت خشک هم‌زده شده و سپس به آن‌ها به میزان ۳۵ درصد وزن خشک غذا، آب با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد (افزودن آب در دمای بالاتر موجب کاهش عملکرد مولتی آنزیم آویزایم در جیره می‌گردد)، روغن ماهی و لسیتین سویا اضافه گردید. در ادامه، مخلوط اجزای غذایی برای ۱۵ دقیقه هم زده شدند. پس از آن، غذا را از یک دستگاه چرخ گوشت با اندازه چشمه ۲ میلی‌متر عبور داده و سپس رشته‌های غذایی با دست به داخل تشت‌های پلاستیکی هدایت و در داخل سینی‌های پلاستیکی که به روی آن‌ها فویل آلومینیوم کشیده شده

در مقایسه با تیمارهای فاقد آنزیم و تیمار شاهد با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار آماری می‌باشند ($p < 0/05$) که بیشترین افزایش طول کل بدن در تیمار ۴۵ درصد کانولا با آنزیم به میزان $6/40$ میلی متر مشاهده گردید. افزایش طول کاراپاس نیز در تیمارهای ۲ و ۳ در بیشترین میزان خود نسبت به تیمارهای مشابه فاقد آنزیم و تیمار شاهد با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار بوده‌اند ($p < 0/05$). ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۱ و ۳ با تیمارهای مشابه فاقد آنزیم و تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بوده‌اند ($p < 0/05$) که بهترین عملکرد ضریب تبدیل غذایی مربوط به تیمار ۳ بوده است. کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۵ با $4/2$ و بیشترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۶ با $7/8$ مشاهده گردید. نرخ بازده پروتئینی در تیمار ۱ و ۴ با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار بوده‌اند.

Tukey در سطح ۵ درصد انجام گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از SPSS17 تحت ویندوز انجام گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از تغذیه میگوها با تیمارهای مختلف غذایی بر شاخص‌های رشد و درصد بقا در (جدول ۳) ارائه گردیده است. افزایش وزن بدن در کلیه تیمارها یکسان نبوده و از $7/54$ گرم تا $9/45$ گرم متغیر بوده است، بیشترین افزایش وزن مربوط به تیمار (۲) با ۳۰ درصد کانولا به همراه ۵ درصد آنزیم و کمترین آن مربوط به تیمار (۶) با ۴۵ درصد کانولا فاقد آنزیم تعیین گردیده که دارای اختلاف معنی‌دار آماری با یکدیگر بوده‌اند ($p < 0/05$). افزایش طول کل بدن در تیمار ۲ و ۳

جدول ۲- نتایج حاصل از تجزیه جیره‌های غذایی با سطوح مختلف کانولا

ردیف	جیره شاهد ۰٪ کانولا بدون آنزیم + ۳۰٪ آرد ماهی	جیره ۱۵٪ کانولا + ۲۵٪ آرد ماهی (۱) بدون آنزیم	جیره ۳۰٪ کانولا + ۱۵٪ آرد ماهی (۲) بدون آنزیم	جیره ۴۵٪ کانولا + ۵٪ آرد ماهی (۳) بدون آنزیم
۱	پروتئین $36/64$ ٪	پروتئین $36/55$ ٪	پروتئین $36/33$ ٪	پروتئین $35/74$ ٪
۲	چربی $9/64$ ٪	چربی $9/26$ ٪	چربی $7/98$ ٪	چربی $6/68$ ٪
۳	فیبر $2/66$ ٪	فیبر $3/31$ ٪	فیبر $4/47$ ٪	فیبر $5/59$ ٪
۴	خاکستر $9/12$ ٪	خاکستر $8/34$ ٪	خاکستر $7/67$ ٪	خاکستر $6/71$ ٪
۵	رطوبت $9/10$ ٪	رطوبت $9/04$ ٪	رطوبت $6/35$ ٪	رطوبت $9/80$ ٪
۶	عصاره عاری از ازت (NFE) $32/84$ ٪	عصاره عاری از ازت (NFE) $34/15$ ٪	عصاره عاری از ازت (NFE) $37/02$ ٪	عصاره عاری از ازت (NFE) $35/48$ ٪

ادامه جدول ۲- نتایج حاصل از تجزیه جیره‌های غذایی با سطوح مختلف کانولا

جیره ۱۵٪ کانولا + ۲۵٪ آرد ماهی (۱) با آنزیم	جیره ۳۰٪ کانولا + ۱۵٪ آرد ماهی (۲) با آنزیم	جیره ۴۵٪ کانولا + ۵٪ آرد ماهی (۳) با آنزیم
پروتئین $36/49$ ٪	پروتئین $36/27$ ٪	پروتئین $35/68$ ٪
چربی $9/26$ ٪	چربی $7/98$ ٪	چربی $6/68$ ٪
فیبر $3/30$ ٪	فیبر $4/47$ ٪	فیبر $5/58$ ٪
خاکستر $8/33$ ٪	خاکستر $7/66$ ٪	خاکستر $6/70$ ٪
رطوبت $8/97$ ٪	رطوبت $6/25$ ٪	رطوبت $9/10$ ٪
عصاره عاری از ازت (NFE) $33/65$ ٪	عصاره عاری از ازت (NFE) $37/37$ ٪	عصاره عاری از ازت (NFE) $36/26$ ٪

با ۱۵ درصد کانولا فاقد آنزیم با ۵۸/۷٪ مشاهده گردید که باتیمار شاهد نیز دارای اختلاف معنی دار آماری بوده اند ($p < 0/05$). حداکثر قیمت هر کیلوگرم غذا مربوط به جیره (۱) ۱۵ درصد کانولا با آنزیم با ۰۱۸۰ ریال و جیره شاهد با ۰۱۱۲ ریال و حداقل قیمت مربوط به جیره (۶) ۴۵ درصد کانولا فاقد آنزیم با ۸۳۸۲ ریال بوده است. در جدول ۴ براساس نتایج کسب شده، اختلاف معنی داری در شاخص های رطوبت و پروتئین لاشه میگوها مشاهده نشد ($p > 0/05$). ولی در شاخص های چربی، فیبر و خاکستر لاشه میگوها اختلاف معنی دار آماری مشاهده گردید که بر این اساس شاخص چربی لاشه میگوها در تمامی تیمارهای آزمایشی با آنزیم و فاقد آنزیم با تیمار شاهد اختلاف معنی دار مشاهده گردید ($p < 0/05$). در شاخص فیبر لاشه نیز بین تمامی تیمارهای با آنزیم و فاقد آنزیم دارای اختلاف آماری بوده است ($p < 0/05$). شاخص خاکستر لاشه نیز در بین تیمار ۲ با ۵ و تیمار ۳ با ۶ اختلاف معنی دار آماری مشاهده گردید ($p < 0/05$).

همچنین تیمارهای ۳، ۴ و ۶ با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی دار آماری بوده اند ($p < 0/05$). بهره برداری از پروتئین نیز در تیمارهای ۳۰، ۱۵ و ۴۵ درصد کانولا با آنزیم با تیمارهای فاقد آنزیم و تیمار شاهد دارای اختلاف معنی دار آماری بوده اند ($p < 0/05$). نرخ کارایی غذا در تیمارهای ۱ و ۳ با آنزیم و تیمارهای مشابه فاقد آنزیم و تیمار شاهد دارای اختلاف معنی دار بوده است ($p < 0/05$) که کمترین میزان آن در تیمار ۳ مشاهده گردید، بیشترین کارایی غذا در تیمار ۵ با ۳۰ درصد کانولا فاقد آنزیم و کمترین آن در تیمار ۳ با ۴۵ درصد کانولا با آنزیم ثبت گردید. نرخ رشد ویژه در تیمار ۳ و ۶ با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی دار بوده است ($p < 0/05$). ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نداشته است. درصد خوراکی مصرفی در روز به ازای وزن بدن میگوها در تیمارهای آزمایشی با یکدیگر فاقد اختلاف معنی دار آماری بوده اند ($p > 0/05$). بازماندگی در تیمار ۱ با ۴ و تیمار ۳ با ۶ دارای اختلاف معنی دار بوده اند و همچنین بیشترین درصد بازماندگی در تیمار ۲ با ۳۰ درصد کانولا با آنزیم با ۸۴٪ و کمترین آن در تیمار ۴

جدول ۳ - شاخص های رشد (میانگین \pm انحراف معیار) میگوهای سفید غربی در تیمارهای مختلف پس از ۸ هفته دوره پرورش

عامل	کنترل	۱۵ با آنزیم (۱)	۳۰ با آنزیم (۲)	۴۵ با آنزیم (۳)	۱۵ بدون آنزیم (۴)	۳۰ بدون آنزیم (۵)	۴۵ بدون آنزیم (۶)
افزایش وزن (g)	۸/۰۴ \pm ۱/۴ ^a	۸/۹۷ \pm ۰/۸ ^a	۹/۴۵ \pm ۰/۵ ^b	۸/۳۰ \pm ۰/۷ ^a	۸/۳۶ \pm ۰/۶ ^a	۸/۳۷ \pm ۱/۲ ^a	۷/۵۴ \pm ۰/۵ ^a
افزایش طول کل (mm)	۴۲/۹۰ \pm ۳/۵ ^a	۴۴/۸۳ \pm ۲ ^{ab}	۴۵/۰۳ \pm ۱/۵ ^b	۴۶/۴۰ \pm ۰/۳ ^c	۴۴/۱۰ \pm ۱/۱ ^{ab}	۴۲/۸۰ \pm ۱/۵ ^a	۴۱/۳۳ \pm ۲/۵ ^a
افزایش طول کاراپاس (mm)	۱۴/۶۳ \pm ۱/۱ ^a	۱۵/۸۳ \pm ۰/۳ ^b	۱۶/۰۸ \pm ۰/۴ ^b	۱۶/۸۶ \pm ۰/۳ ^b	۱۵/۷۵ \pm ۰/۸ ^b	۱۴/۸۸ \pm ۰/۷ ^a	۱۴/۶۳ \pm ۰/۹ ^a
ضریب تبدیل غذایی (FCR)	۴/۷ \pm ۳ ^b	۴/۷ \pm ۳/۲ ^b	۴/۳ \pm ۱/۴ ^a	۶/۳ \pm ۲/۲ ^c	۶ \pm ۲/۴ ^c	۴/۲ \pm ۲/۲ ^a	۷/۸ \pm ۵ ^c
نرخ بازده پروتئینی (%)	۰/۷۳ \pm ۰/۳۸ ^b	۰/۷۴ \pm ۰/۳۸ ^b	۰/۶۸ \pm ۰/۱۹ ^b	۰/۴۹ \pm ۰/۲ ^a	۰/۵ \pm ۰/۱۸ ^a	۰/۷۷ \pm ۰/۳۲ ^b	۰/۵۳ \pm ۰/۴۳ ^a
بهره برداری از پروتئین (%)	۷/۸ \pm ۷ ^c	۶/۶ \pm ۱/۵ ^b	۴/۹ \pm ۱/۷ ^a	۵/۷ \pm ۱/۲ ^{ab}	۴/۳ \pm ۱/۳ ^a	۳/۶ \pm ۲/۱ ^a	۶/۱ \pm ۰/۵ ^b
نرخ کارایی غذا FE%	۲۶/۹ \pm ۱۳/۸ ^b	۲۷/۱ \pm ۱۳/۷ ^b	۲۴/۷ \pm ۶/۷ ^b	۱۷/۴ \pm ۵/۱ ^a	۱۸/۲ \pm ۶/۵ ^a	۲۸/۱ \pm ۱۱/۹ ^b	۱۸/۹ \pm ۱۵/۲ ^a
بازماندگی (%)	۷۰/۷ ^{ab}	۷۷/۳ ^b	۸۴ ^c	۸۱/۳ ^c	۵۸۷ ^a	۸۰ ^{bc}	۷۳/۳ ^{ab}
نرخ رشد ویژه (SGR)	۱/۱ \pm ۰/۵ ^c	۱/۰۵ \pm ۰/۴۳ ^c	۰/۸۶ \pm ۰/۳ ^b	۰/۶۲ \pm ۰/۲ ^a	۱/۰۴ \pm ۰/۵ ^c	۰/۹۹ \pm ۰/۴ ^b	۰/۵۴ \pm ۰/۵ ^a
درصد خوراک مصرفی در روز (BW/day%)	۱/۴ \pm ۰/۳ ^a	۱/۲ \pm ۰/۲ ^a	۱ \pm ۰/۱ ^a	۱/۱ \pm ۰/۰۵ ^a	۱/۷ \pm ۰/۳ ^a	۱ \pm ۰/۱ ^a	۱/۰۵ \pm ۰/۰۲ ^a

جدول ۴- اثر سطوح مختلف کنجاله کانولا بر ترکیب تقریبی عضله میگوهای جوان وانامی در شروع و پس از ۸ هفته دوره پرورش

جیره آزمایشی	پروتئین	چربی	فیبر	خاکستر	رطوبت
ابتدای دوره	۲۱/۵ ± ۰/۴ ^b	۰/۱ ± ۰/۱۲ ^d	۰/۶ ± ۰/۰۵ ^a	۲ ± ۰/۱۹ ^{bc}	۷۵/۱ ± ۰/۶۶ ^a
تیمار (۱) ۱۵/کانولا با آنزیم	۲۴/۶ ± ۰/۶ ^a	۰/۱۳ ± ۰/۰۵ ^c	۰/۳۷ ± ۰/۱۱ ^b	۲/۵ ± ۰/۰۱ ^a	۷۲/۹ ± ۱/۱ ^a
تیمار (۲) ۳۰/کانولا با آنزیم	۲۳/۸ ± ۰/۹ ^a	۰/۱۳ ± ۰/۰۵ ^c	۰/۳۷ ± ۰/۰۶ ^b	۲/۶۷ ± ۰/۲۹ ^a	۷۳/۳ ± ۱/۲ ^a
تیمار (۳) ۴۵/کانولا با آنزیم	۲۳/۹ ± ۰/۴ ^a	۰/۵۳ ± ۰/۱۵ ^{ab}	۰/۳۷ ± ۰/۰۶ ^b	۱/۸ ± ۰/۲۶ ^c	۷۳/۵ ± ۱/۰۴ ^a
تیمار (۴) ۱۵/کانولا فاقد آنزیم	۲۳/۵ ± ۰/۶ ^a	۰/۳ ± ۰/۱۷ ^{bc}	۰/۱ ± ۰/۰۰۱ ^c	۲/۶۵ ± ۰/۳ ^a	۷۲/۵ ± ۰/۵ ^a
تیمار (۵) ۳۰/کانولا فاقد آنزیم	۲۳ ± ۰/۱ ^a	۰/۴ ± ۰/۱ ^{abc}	۰/۴ ± ۰/۰۰۱ ^{ab}	۲ ± ۰/۰۱ ^{bc}	۷۲/۹ ± ۰/۰۶ ^a
تیمار (۶) ۴۵/کانولا فاقد آنزیم	۲۳/۵ ± ۰/۴ ^a	۰/۲۳ ± ۰/۰۶ ^c	۰/۱ ± ۰/۰۰۱ ^c	۲/۳۳ ± ۰/۲۹ ^{ab}	۷۲/۴ ± ۰/۳ ^a
شاهد	۲۴/۷ ± ۳/۱ ^a	۰/۶۳ ± ۰/۳ ^a	۰/۵۳ ± ۰/۱۵ ^a	۱/۷۷ ± ۰/۲۳ ^c	۷۳/۲ ± ۰/۴۶ ^a

بحث و نتیجه گیری

افزودن مخلوط آنزیم پروزایم در جیره‌های میگوی جوان ببری سیاه با وزن ابتدایی $۰/۹۶ \pm ۰/۰۹$ گرم که به مدت ۴۲ روز به طول انجامیده، نشان داده شد که در جیره ی حاوی ۲۰ درصد کنجاله کانولا به همراه ۰/۲۵ درصد مخلوط آنزیمی میزان افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی با تیمار شاهد (فاقد کنجاله کانولا) اختلاف معنی‌داری نشان نداده است که در مطالعه حاضر با شاخص افزایش وزن همسو می‌باشد. Suarez و همکاران (۲۰۰۹) نیز در تحقیقی که روی جایگزینی آرد ماهی با منابع پروتئینی گیاهی شامل کنجاله سویا و کنجاله کانولا به مدت ۹۵ روز انجام دادند، گزارش نموده‌اند که استفاده از کنجاله کانولا تا سطح ۱۹/۵ درصد در جیره غذایی میگوی وانامی تأثیر منفی بر عملکرد رشد و نرخ بازده پروتئین میگوها نداشته است. طبق مطالعه Shafeipour و همکاران (۲۰۰۸)، استفاده از ۳۰ درصد کنجاله کانولا را به جای آرد ماهی در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین کمان مورد استفاده قرار داده و گزارش نموده‌اند که از نظر وزن نهایی، افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن فاقد اختلاف معنی‌داری با تیمار کنترل بوده‌اند که نتایج مطالعه فوق با تحقیق حاضر همسو نمی‌باشد. طبق گزارش Higgs و همکاران (۱۹۹۵) افزایش ضریب تبدیل غذایی در جیره‌های حاوی سطوح بالایی از کنجاله کانولا، به دلیل وجود فیبر و فیتات بوده که

به طور کلی در بررسی اثرات افزودن مولتی آنزیم آویزایم به جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف کنجاله کانولا بر شاخص‌های رشد میگوی سفید غربی مشخص گردید که افزودن کنجاله کانولا تا ۳۰ درصد به همراه ۰/۵ درصد مولتی آنزیم آویزایم بدون اینکه تأثیر منفی بر میزان رشد و درصد بقای میگو داشته باشد می‌تواند جایگزین آرد ماهی در جیره غذایی میگوی وانامی شود. کیفیت آب، طول دوره پرورش، فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب، کیفیت خوراک‌ها، چگونگی نگهداری خوراک و نوع کنجاله کانولای مورد استفاده از عواملی هستند که می‌تواند در این آزمایش‌ها متغیر بوده و باعث به وجود آمدن تفاوت بین آن‌ها شود. نتایج تحقیقات Suarez و همکاران (۲۰۰۹) نشان می‌دهد که می‌توان سطوح بالایی از منابع پروتئین گیاهی در رژیم غذایی سخت‌پوستان به خصوص گونه‌های همه‌چیزخوار مانند میگوی سفید غربی بدون داشتن تأثیر منفی در عملکرد رشد مورد استفاده قرار داد. در تحقیق حاضر نشان داده شد که جیره حاوی ۳۰ درصد و ۴۵ درصد کنجاله کانولا به همراه ۰/۵٪ مولتی آنزیم آویزایم باعث عملکرد بهتر در رشد طولی بدن میگو و بازماندگی آن شده است. در بررسی انجام شده توسط بوچمن و همکاران (۱۹۹۷) در بالا بردن ارزش غذایی کنجاله کانولا با

بیشترین تأثیر را بر کاهش قابلیت هضم کنجاله کانولا و افزایش ضریب تبدیل غذایی در آبزیان دارد. در پژوهش حاضر، در تیمارهای مختلف که دارای سطوح متفاوت جایگزینی پروتئین آرد کانولا در جیره غذایی بودند، به همراه مکمل آنزیمی موجب افزایش نرخ رشد ویژه و بهره‌برداری پروتئین خالص در مقایسه با تیمارهای فاقد مولتی آنزیم گردیدند. مورد فوق می‌تواند دلیلی بر کارایی مولتی آنزیم آویزایم در بهبود قابلیت بهره‌گیری از پروتئین گیاهی موجود در جیره توسط میگوی سفید غربی باشند. بیشتر بودن میزان کارایی غذا در تیمارهای حاوی مولتی آنزیم آویزایم نمایانگر امکان هضم و جذب بهتر آن توسط میگوهاست. Suarez و همکاران (۲۰۰۹) بازماندگی بالا در میگوی وانامی تغذیه شده از سطوح مختلف کنجاله کانولا و آرد نخود را نشان‌دهنده سلامت میگو و تأیید عدم وجود کمبود مواد غذایی در طول ۹۵ روز دوره پرورش دانسته‌اند. Lim و همکاران (۱۹۹۷) گزارش نموده‌اند که بین میزان رطوبت میگوهای تغذیه شده با سطوح بالایی از کنجاله کانولا و تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده شده است که نتایج فوق با تحقیق حاضر همسو نمی‌باشد. این محقق همچنین عنوان نمود که اختلاف معنی‌داری در میزان چربی، خاکستر و پروتئین در بین تیمارها مشاهده نشد ولی با افزایش سطح پروتئین، میزان رطوبت کاهش یافت، بطوری‌که بیشترین میزان رطوبت مربوط به جیره‌هایی بوده که دارای سطح بالایی از کنجاله کانولا بوده‌اند. در پژوهش حاضر، در فاکتور رطوبت لاشه و افزایش سطح پروتئین جیره اختلاف معنی‌داری بین تیمارها

مشاهده نگردید. از سوی دیگر، وجود مکمل آنزیمی در تیمارهای دارای مقادیر متفاوت پروتئین گیاهی کانولا باعث بیشتر شدن میزان پروتئین نهایی لاشه میگوها در مقایسه با تیمارهای فاقد مولتی آنزیم گردید ولی اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نشد ($p > 0.05$). از اهداف مهمی که در این تحقیق دنبال شد کاهش قیمت تمام شده غذا بوده است. به طوری‌که با افزایش درصد کنجاله کانولا در جیره، از قیمت تمام شده غذا کاسته شد. کمترین قیمت غذا در جیره ۴۵ درصد کنجاله کانولا فاقد مولتی آنزیم آویزایم (معادل ۸۳۸۲ ریال) مشاهده گردید. همچنین در جیره‌های حاوی مکمل آنزیمی کمترین قیمت تمام شده غذا مربوط به تیمار ۴۵ درصد کانولا (معادل ۹۰۱۰) بوده است. با توجه به نتایج کسب شده، استفاده از کنجاله کانولا در سطح ۳۰ و حتی ۴۵ درصد به همراه مکمل آنزیمی آویزایم، تأثیر منفی بر شاخص‌های رشد نداشته است. بنابراین می‌توان با افزایش کنجاله کانولا در جیره غذایی میگوی سفید غربی، قیمت تمام شده غذا را به ازای تولید هر کیلوگرم میگو، ۱۷٪ کاهش داد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از ریاست محترم پژوهشکده میگوی کشور معاونت‌های محترم تحقیقاتی و اداری و مالی پژوهشکده، بخش آبی پروری پژوهشکده، مدیر عامل و پرسنل کارخانه تولید غذای ماهی و میگو هووراش، مسئول و تمامی کارکنان و پرسنل ایستگاه تحقیقاتی بندرگاه کمال تقدیر و تشکر را دارم.

منابع

- ۱- افشار مازندران، ن. ۱۳۸۱. راهنمای عملی تغذیه و نهادهای غذایی و دارویی آبزیان در ایران. انتشارات نوربخش. ۲۱۶ص.
- ۲- گروه علمی تحقیقاتی بیوشم. ۱۳۸۴. کتابچه معرفی آویزایم ۱۵۰۲. شرکت آریاد المن، تهران.
3. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Association of Official Analytical Chemists, official methods of analysis, 16th edn. Arlington, VA, USA. Press, New York.
4. Buchman, J., Sarac, H.Z., Poppi, D., and Cowan, R.T. 1997. Effects of enzyme addition to canola meal in prawn diets. *Aquaculture* 151: 29-35.
5. Dash, M.C., and Patnaik, P.N. 1994. Brackishwater prawn culture. Palani Paramount Publications, Palani, India. 223pp.
6. FAO, 2010. Fishing and culture yearbook. FAO Publication. Rome, Italy.
7. Hatlen, B., Helland, B.G., and Helland, S.J. 2005. Growth, feed utilization and body composition in two size groups of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed diets differing in protein and carbohydrate content. *Aquaculture*, 249, 401-408.
8. Higgs, D.A., Dosanjh, B.S., Prendergast, A.F., Beams, R.M., Hardy, R.W., Riley, W., and Deacon, G. 1995. Use of rapeseed/canola protein products in fin fish diets. In. *Nutrition and Utilization Technology in Aquaculture* (Lim C.E., Sessa D.J., eds), Champaign II. Chapman and Hall Company, New York, USA, 130-156.
9. Kucharski, L.C.R., and Da Sliva, R.S.M. 1991. Effect of diet composition on the carbohydrate and lipid metabolism in an estuarine crab, *Chasmagnathus gramulata*, *Comp. Biochemistry and Physiology* 99: 215-218.
10. Lim, C., Beames, R.M., Eales, J.G., Prendergast, A.F., Mcleese, J.M, Shearer, K.D., and Higgs, D.A. 1997. Nutritive values of low and high fibre canola meals for shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture Nutrition* 3: 269-279.
11. Nour, A.A., Zaki, M.A., Abdel-Rahim, M.M., and Srour, T.M. 2004. Growth performance and feed utilization of marine shrimp *Penaeus semisulcatus* post-larva reared in two nurseries.
12. Shafaeipour, A., Yavari, V., Falahatkar, B., and Maremmazi, G.H.J. 2007. Effects of canola meal on physiological and biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition* 14: 110-119.
13. Soares, C.M., Hayashi, C., De Faria A.C.E.A., and Furuya, W.M. 2001. Replacement of soybean meal protein by canola meal protein in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the growing phase. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30: 1172-1177.
14. Wyban, J., Walsh, W.A., and Godin, D.M. 1995. Temperature effect on growth, feeding rate and feed conversion of the pacific white shrimp. *Aquaculture*, 138: 267-279.