

تأثیر میکروکپسول‌های حاوی پپتید به‌عنوان جاذب تغذیه دو گونه ماهی زینتی آنجل (*Pterophyllum scalare*) و دیسکوس (*Symphysodon aequifasciatus*)

• مهدی رضایی سیاه‌کوپچه: گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

• ژاله خوشخو: گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

• نرگس مورکی*: گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۷

چکیده

کاربرد موثرتر پروتئین نظیر استفاده از هیدرولیز پروتئینی به‌عنوان جزئی از جیره می‌تواند سبب بهبود کارایی جیره و بهبود شاخص‌های رشد شود. تحقیق حاضر باهدف تغذیه دو گونه ماهی زینتی *Pterophyllum scalare* و *Symphysodon aequifasciatus* با هیدرولیز پروتئینی بافت ماهی کولی با استفاده از عصاره آناناس و پوشش‌دهی آن با استفاده از آلژینات سدیم ۳ درصد و افزودن به‌میزان ۱/۵ و ۳ درصد به جیره و ارزیابی شاخص‌های رشد و تغذیه در طی ۶۰ روز انجام شد. برای تعیین سطح بهینه عصاره برای هیدرولیز مقایسه با آنزیم پروتئیناز K مقایسه صورت گرفت و با استفاده از روش بردفورد و SDS PAGE میزان پروتئین هیدرولیز شده بررسی گردید. هیدرولیز تهیه شده با استفاده از آلژینات سدیم پوشش‌دهی گردید و به جیره فرمول شده با نرم‌افزار Winfeed اضافه و استفاده شد. نتایج نشان داد پروتئیناز سیستمین موجود در عصاره توانایی بالایی در هیدرولیز پروتئین، معادل ۴۵ درصد دارد. نتایج ارزیابی کپسولاسیون با آلژینات سدیم نیز مشخص کرد که ۷۰ درصد هیدرولیز تولید شده پوشش‌دهی شده است، در بررسی به‌روش بردفورد میزان جذب قرائت شده معادل ۰/۶۴۹ و غلظت پروتئین معادل ۱۴۱/۶۴ میکروگرم بر میلی‌لیتر ثبت شد. بیش‌ترین میزان نرخ رشد ویژه (SGR) در رابطه با ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۳ درصد میکروکپسول به‌ترتیب معادل ۲/۲۸ و ۲/۷۱ گرم برای آنجل و دیسکوس مشاهده شد و این تیمار با سایر گروه‌های آزمایشی دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P < 0/05$). هم‌چنین کم‌ترین میزان ضریب تبدیل غذایی نیز در این گروه به‌ترتیب معادل ۰/۹۴ و ۱/۱ درصد محاسبه شد.

کلمات کلیدی: هیدرولیز پروتئینی، ماهیان زینتی، *Pterophyllum scalare*، *Symphysodon aequifasciatus*، جاذب تغذیه‌ای



مقدمه

تولید و تجارت ماهیان زینتی یک جایگزین سودآور در بحث تکثیر و پرورش آبزیان می‌باشد. علی‌رغم اهمیت اقتصادی این بخش اطلاعات تغذیه‌ای برای ماهیان زینتی به‌اندازه ماهیان خوراکی پرورشی در دسترس نیست. بیش‌ترین مطالعات از گروه ماهیان زینتی آب‌شیرین بر روی گوپی و ماهی طلائی و از گروه نمونه‌های آب‌شور و دریازی دلقک‌ماهی مرجع مطالعات تغذیه‌ای می‌باشد (Corredor-Santamaria و Velasco-Santamaria، ۲۰۱۱). بخش قابل توجه اطلاعات موجود در این زمینه نیز به‌طور خاص در رابطه با ماهیان زینتی نمی‌باشد و بر مبنای نتایج حاصل از تحقیق بر روی ماهیان خوراکی پرورشی در شرایط مختلف پرورش به‌دست آمده است (Lovell، ۲۰۰۰). پیشنهاد شده است که ماهی دیسکوس به سبب رژیم گوشت‌خواری، نیازمند سطح بالایی از پروتئین در جیره (۴۴ تا ۵۰ درصد) است (Chong و همکاران، ۲۰۰۰). در جیره این گونه، کازئین، پودرماهی و قلب گاو از اهمیت بالایی در مقایسه با مواد اولیه نظیر آرد گندم و سویا در تهیه جیره دارد (Chong و همکاران، ۲۰۰۰). درخصوص ماهی آنجل نیز مشخص شده است که حداقل نیاز این گونه به پروتئین در جیره حدود ۳۰٪ بوده و کازئین از مواد اولیه حائز اهمیت در فرمولاسیون جیره محسوب می‌شود (Zuanon و همکاران، ۲۰۰۹). به‌منظور جلوگیری از آلودگی آب، ماهیان زینتی نیازمند مصرف موثر پروتئین جیره به شکلی هستند که تولید و ترشح آمونیاک را به‌حداقل رسانده و هم‌چنین در هزینه‌های تولید و تامین صرفه‌جویی به‌عمل آید (Sales و Janssens، ۲۰۰۳). از این‌رو در تحقیقاتی درخصوص جایگزینی پودرماهی با سایر انواع مواد اولیه و یا استفاده از مواد جاذب در جیره‌های غذایی و هم‌چنین استفاده از انواع هیدولیزهای پروتئینی به‌منظور افزایش مطلوبیت غذا، افزایش هضم و جذب و دسترسی زیستی موثر و در نهایت بهبود بازده تغذیه در دو دهه اخیر صورت گرفته است (Sudagar و همکاران، ۲۰۰۵؛ Corredor-Santamaria و Velasco-Santamaria، ۲۰۱۱؛ Janssens و Sales، ۲۰۰۳). Rodrigues و Kochenborger (۲۰۰۶) گزارش کردند که امکان تغذیه ماهی آنجل با جیره اکستروود به شکل پلت با محتوی پروتئین ۲۸٪ امکان‌پذیر است، اما رشد در ماهی ضعیف بوده و رشد ویژه کم‌تری در مقایسه با ماهیان تغذیه شده با غذای زنده مشاهده شد. از این‌رو استفاده از جاذب‌های شیمیایی در محیط آبی می‌تواند با پذیرش بهتر غذا از طریق تحریک سیستم بویایی و چشایی، افزایش سرعت تغذیه و در نتیجه جلوگیری از هم‌گسیختگی مواد و انحلال مواد مغذی و بهبود ضریب بازده تغذیه‌ای و در نهایت سبب کاهش هزینه‌های تولید جیره و غذادهی گردد. در سال‌های اخیر از مواد جاذب مختلفی مانند فین استیم (مخلوط بتائین و اسیدآمین) و بتائین (تری متیل گلیسین) و انواع اسیدهای آمینه برای خوش‌خوراک

کردن غذا استفاده شده است (Niroomand و همکاران، ۲۰۱۱؛ Mohanta و همکاران، ۲۰۰۹؛ Sudagar و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به توضیحات ارائه شده هدف از تحقیق حاضر تولید هیدرولیز پروتئینی از بافت کامل ماهی کولی (*Vimba vimba*) با استفاده از عصاره میوه آناناس و سپس پوشش‌دهی آن با استفاده از آلزینات سدیم و افزودن آن به جیره دو‌گونه ماهی آنجل و دیسکوس به‌میزان ۱/۵ و ۳ درصد وزن جیره مصرفی در راستای کاهش ضریب تبدیل غذایی و هدرروی غذا، و افزایش بازده رشد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه هیدرولیز پروتئینی: به‌منظور تهیه هیدرولیز پروتئینی از ماهی کولی (*Vimba vimba*) صید شده از ساحل استان مازنداران که به‌صورت منجمد در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به تهران منتقل گردید، استفاده شد. به‌منظور انجام هیدرولیز از آنزیم پروتئیناز K تهیه شده از نماینده شرکت نوزایم و عصاره میوه آناناس (به سبب محتوی بالای آنزیم برملائین) استفاده شد. برای تهیه عصاره میوه آناناس، قطعات میوه پس از پوست کنی داخل خردکن ریخته شد و پس از ریز شدن بافت عصاره آبی آن با استفاده از دستگاه کلونجر تهیه گردید. آنزیم و عصاره تهیه شده تا زمان مصرف در دمای یخچال نگه‌داری شدند. ماهی کولی تهیه شده پس از انجماد زدایی، شست‌وشو و آبگیری در چرخ گوشت با مش ۲ میلی‌متر چرخ گردید و داخل ارلن مایر ریخته شد. سپس سوسپانسون گوشت ماهی و عصاره به‌شرح زیر به‌منظور تعیین بهترین حجم عصاره آناناس در مقایسه با آنزیم پروتئیناز K برای انجام عمل هیدرولیز تهیه شد:

۴ گرم ماهی کولی چرخ شده + ۱ میلی‌لیتر عصاره آناناس + ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۴ گرم ماهی کولی چرخ شده + ۳ میلی‌لیتر عصاره آناناس + ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۴ گرم ماهی کولی چرخ شده + ۵ میلی‌لیتر عصاره آناناس + ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۴ گرم ماهی کولی چرخ شده + ۱۰ میلی‌لیتر عصاره آناناس + ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۴ گرم ماهی کولی چرخ شده + ۳ میکرولیتر پروتئیناز K با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در هر میلی‌لیتر + ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۴ گرم ماهی کولی چرخ شده + آب به‌عنوان شاهد + ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر

با توجه به‌روش تعدیل شده Taheri و همکاران (۲۰۱۰) ارلن‌ها برای انجام عمل هیدرولیز در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت انکوبه شدند و سپس به‌منظور توقف عمل فرآیند هضم در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه میکروفیوژ شدند. بعد از جدا کردن فاز رویی حاصل از سانتریفیوژ به‌منظور اندازه‌گیری میزان پروتئین محلول از روش Bradford (۱۹۷۶) استفاده شد. بدین‌منظور ابتدا

است)، به ۱۰۰ میلی لیتر آلژینات سدیم ۳٪ تهیه شده در مرحله قبل اضافه گردید و خوب مخلوط می‌گردد تا یک محلول کاملاً یکدست و شفاف حاصل گردید. محلول حاصل به‌درون ظروف مخصوص سرم، انتقال داده شد. روش انتقال محلول به ظرف حاوی کلرید کلسیم ۳ مولار طوری طراحی گردید که محلول از بالا به پایین و با یک ست سرم به‌آرامی و قطره قطره به کلرید کلسیم اضافه گردید. در حین اضافه شدن و تشکیل کپسول، ظرف حاوی کلرید کلسیم بر روی شیکر به آرامی شیک می‌شود تا کپسول‌های کاملاً یکدست تهیه گردد. در انتها کپسول‌های تشکیل شده، به‌آرامی با آب شست‌وشو داده و در یخچال نگه‌داری می‌گردد.

بررسی محتوی پروتئین کپسول‌ها: پس از پوشش‌دهی

سوسپانسیون و تشکیل کپسول، بررسی محتوی پروتئین محصور شده در داخل کپسول انجام شد. ابتدا ۱ گرم از کپسول آماده شده در مرحله قبل، به‌داخل میکروتیوپ انتقال داده شد. پس از شکستن کپسول‌ها، یک میلی لیتر آب مقطر اضافه و پروتئین در آب حل گردید. تست بردفورد و SDS PAGE مطابق آن‌چه در مرحله قبل توضیح داده شد، به‌طور مجدد انجام شد.

آماده‌سازی جیره‌های آزمایشی: سه جیره غذایی ایزوکالریک

و ایزوپروتئینیوس با سطح مشخص ۴۰٪ پروتئین با استفاده از مواد اولیه به‌شرح جدول ۱ و بر مبنای فرمول تهیه شده توسط نرم‌افزار Win feed ۲.۸ تهیه شدند. مواد اولیه در ابتدا توسط آسیاب برقی خرد و الک (قطر ۱ میلی متر) شدند سپس میزان هر کدام بر اساس فرمول تهیه شده محاسبه و وزن گردید سپس با یکدیگر به‌صورت همگن مخلوط شده همراه با افزودن میکروکپسول‌ها و در نهایت با اضافه کردن آب و روغن به‌شکل خمیر درآورده شدند. خمیرهای مورد نظر به‌رشته‌های اکستروژن تبدیل و در داخل کیسه‌های پلاستیکی در یخچال نگه‌داری شدند. ماهیان متناسب با میزان اشتها روزانه حدود ۲/۵ تا ۳ درصد بیوماس سه مرتبه در روز (۹، ۱۵ و ۲۰) تغذیه شدند. جیره‌های غذایی مورد نظر پس از آماده‌سازی برای حصول اطمینان از کیفیت و ترکیب تقریبی به آزمایشگاه منتقل شدند و میزان پروتئین با استفاده از روش کج‌دال، چربی خام مطابق با روش سوکسله توسط دستورالعمل AOAC (۱۹۹۰) اندازه‌گیری گردید. رطوبت، فیبر، خاکستر، کربوهیدرات نیز به‌روش ارائه شده توسط دستورالعمل AOAC (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شدند، نتایج در جدول ۱ ارائه شدند.

معرفی تیمارهای غذایی: در این بخش آزمایش جیره‌های غذایی

در قالب سه تیمار و یک گروه شاهد بر اساس درصد میکروکپسول‌های تولیدی و افزودن هیدرولیز پروتئینی به جیره و هم‌چنین لحاظ بعد اقتصادی استفاده از این نوع مکمل تعریف شد. هریک از گروه‌های آزمایشی در ۳ تکرار بررسی شد. گروه شاهد (C): جیره پایه فاقد

معرف بردفورد با اضافه کردن ۱۰۰ میلی گرم رنگ کوماسی بلو به ۵۰ میلی لیتر اتانول ۹۵٪ و هم‌زدن تا حصول رنگ، سپس ۱۰۰ میلی لیتر اسیدفسفوریک ۸۵٪ را آرام به محلول اضافه کرده و حل می‌گردد. حجم محلول با آب مقطر به ۱ لیتر رسانده می‌شود و روی شیکر کاملاً حل شده و پس از آن با کاغذ صافی، محلول صاف می‌گردد. برای رسم منحنی استاندارد بردفورد از آلبومین سرم گاوی (bovine serum albumin) استوک ۱۰ میلی گرم/میلی لیتر تهیه می‌گردد. از این استوک رقت‌های ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ میکروگرم/میلی لیتر تهیه می‌شود و ۱۰۰ میکرولیتر از هر رقت را به‌صورت جداگانه به میکروتیوب ۲ میلی لیتری ریخته و به هر کدام ۲ میلی لیتر معرف بردفورد اضافه کرده و به‌مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه در دمای اتاق گذاشته می‌شود و سپس در OD برابر ۵۹۵ قرائت شد. در نهایت ۲۸۵۰ میکرولیتر معرف بردفورد + ۱۵۰ میکرولیتر از سوسپانسیون در کووت اضافه می‌گردد. سپس ۱۰ دقیقه در دمای محیط نگه داشته و میزان جذب در طول موج ۵۹۵ نانومتر بررسی گردید. اعداد به‌دست آمده را در برنامه اکسل قرار داده و منحنی مربوط رسم شد. جهت ساخت بلانک منحنی استاندارد، ۱۰۰ میکرولیتر آب مقطر با ۲ میلی لیتر معرف بردفورد مخلوط می‌شود. پس از اندازه‌گیری محتوی پروتئین، به‌منظور تعیین کیفیت هیدرولیز تهیه شده از روش SDS PAGE استفاده گردید. برای این هدف ابتدا چاهک‌ها و پیچ با استفاده از ژل، قطعات شیشه‌ای و تانک الکتروفورز تهیه گردید. نمونه‌های سوسپانسیون، به ازای هر ۵ میکرولیتر، ۲ میکرولیتر لودینگ زده و حدود ۱۰ دقیقه در دمای جوش قرار داده شد. سپس به‌آرامی درون چاهک ریخته و با ولتاژ ۷۰ به‌مدت ۴۰ دقیقه ران شد. پس از این زمان، ژل از تانک جدا کرده و داخل محلول رنگ‌آمیزی که از قبل بر روی شعله گرم شده به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. سپس ژل را خارج کرده و درون بشر حاوی آب که در دمای جوش قرار دارد انداخته شد. پس از گذشت ۱۰ دقیقه آب را خارج کرده و آب جدید به روی ژل ریخته شد و دوباره آرام حرارت داده شد. این کار چند بار تکرار می‌شود و در انتها در آب قرار داده و ۱ الی ۲ روز در دمای آزمایشگاه نگه داشته شد تا ژل رنگ را از دست بدهد.

پوشش‌دهی هیدرولیز تهیه شده (میکروکپسولاسیون):

پس از ارزیابی کمی و کیفی هیدرولیز تهیه شده از بافت کامل بدنی ماهی کولی و انتخاب بهترین حالت از بین ۶ گروه معرفی شده در بخش قبل، با استفاده از آلژینات سدیم ۳٪ و کلرید کلسیم پوشش‌دهی هیدرولیز تولیدی به‌منظور افزودن به جیره ماهیان در مرحله بعد انجام شد. سوسپانسیون حاصل از هیدرولیز با ۱۰ میلی لیتر عصاره آناناس که بهترین حالت را از نقطه نظر محتوی پروتئین محلول و هم‌چنین تشکیل باند در SDS PAGE نشان داد (نتایج در ادامه ارائه شده



به‌اندازه بچه‌ماهی‌ها و بیومتری هفتگی ماهیان دستخوش تغییر بود. هر ۱۵ روز یک‌بار ۵۰ درصد ماهیان هر تکرار بعد از بی‌هوشی با اسانس گل میخک (۱۰۰ تا ۱۲۰ پی‌پی‌ام) به‌صورت تصادفی صید شده و بیومتری شدند. ۱۸ ساعت قبل از بیومتری غذادهی قطع گردید. آب آکواریوم به‌صورت روزانه تعویض شد. برای هوادهی و تأمین اکسیژن به هر تانک سنگ هوا متصل به منبع هواده استفاده شد (جدول ۲). طول دوره غذادهی ۶۰ روز در نظر گرفته شد.

جدول ۲: دامنه تغییرات پارامترهای آب آکواریوم‌ها در طول دوره پرورش

فاکتور	pH	دما (سانتی‌گراد)	اکسیژن محلول (ppm)	نیتریت (میلی‌گرم بر لیتر)	سختی کل (میلی‌گرم بر لیتر)
مقدار	۵/۵-۶/۷	۱±۲۷	۵-۶/۸	۰/۰۲	۱۷۰±۰/۵

بررسی پارامترهای رشد و تغذیه‌ای: برای محاسبه بازده رشد، تغذیه و میزان بقاء از فرمول‌های زیر استفاده گردید (Ergun, Tacon, ۱۹۸۷؛ Ergun و همکاران، ۲۰۱۰؛ Erdogan و همکاران، ۲۰۱۲):

$\text{WG} = (\text{درصد افزایش وزن بدن})$

$100 \times (\text{وزن اولیه (گرم)} / \text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)})$

$\text{SGR} (\% \text{ day}^{-1}) = (\text{نرخ رشد ویژه})$

$100 \times [\text{تعداد روزهای غذادهی} / \text{لگاریتم وزن اولیه (گرم)} - \text{لگاریتم وزن نهایی (گرم)}]$

$\text{FCR} = (\text{مصرفی (گرم)} / \text{غذای مصرفی (گرم)}) = (\text{ضریب تبدیل غذایی})$

$\text{CF} = (\text{فاکتور چاقی})$

$100 \times [\text{طول نهایی ماهیان در انتهای پرورش (سانتی‌متر)} / \text{وزن نهایی ماهیان در انتهای پرورش (گرم)}]$

$\text{LG} = (\text{درصد افزایش طول بدن})$

$100 \times [\text{طول اولیه (میلی‌متر)} / \text{طول اولیه (میلی‌متر)} - \text{طول نهایی (میلی‌متر)}]$

آنالیز آماری: آنالیز آماری با ورود داده‌های حاصل از انجام

زیست‌سنجی به صفحات گسترده اکسل آغاز گردید. در نرم‌افزار اکسل

میانگین داده‌ها محاسبه گردید و سپس به نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۳

منتقل شد تا از نظر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بررسی شوند.

با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov نرمال بودن پراکنش داده‌ها

مشخص شد و سپس با استفاده از آزمون One-Way ANOVA وجود

یا عدم وجود اختلاف بررسی گردید و پس از مشاهده اختلاف معنی‌دار

از آزمون Post hoc LSD در سطح معنی‌داری ($P < 0.05$) برای بررسی

اختلاف معنی‌دار بین تیمارها استفاده گردید.

نتایج

هیدرولیز پروتئینی: نتایج حاصل از هیدرولیز بافت کامل ماهی

کولی (*Vimba vimba*) با استفاده از عصاره آناناس در مقایسه با آنزیم

پروتئیناز K در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به جدول ۳ مشاهده

می‌گردد، بالاترین میزان غلظت پروتئین مربوط به تیمار با ۳ میکرولیتر

پروتئیناز k (۲۳۶/۷۷ میکروگرم/میلی‌لیتر) می‌باشد اما به دلیل هزینه

میکروکپسول و هیدرولیز پروتئینی، تیمار اول (T1): جیره پایه حاوی ۱/۵ درصد هیدرولیز پوشش‌دهی شده، تیمار دوم (T2): جیره پایه حاوی ۳ درصد هیدرولیز پوشش‌دهی شده، تیمار سوم (T3): جیره پایه حاوی ۱/۵ درصد هیدرولیز فاقد پوشش.

جدول ۱: اجزای غذایی و آنالیز شیمیایی تقریبی هریک از جیره‌های

آزمایشی برحسب درصد، فرموله شده توسط نرم‌افزار

Win Feed 2/8

مواد غذایی	تیمار	جیره پایه حاوی ۴۰ درصد پروتئین
پودر ماهی		۲۶/۴۵
آرد مخمر		۲۲/۵۶
گلوتن گندم		۱۷/۰۴
روغن سویا		۱
آرد گندم		۳
لسیتین		۲
دی‌کلسیم فسفات		۱۲/۹۵
مجموع افزودنی‌ها*		۱۵
آنالیز شیمیایی:		
ماده خشک (درصد)		۹۴/۰۸
پروتئین خام		۴۰/۳۲
چربی خام		۵/۹۶
فیبر		۱/۶۰
خاکستر		۴/۵۶
کربوهیدرات		۷/۴۰
انرژی (گرم/کیلوکالری)		۲۴۴/۵۲

*مواد افزودنی: آستاگزانتین ۰/۴۹ درصد، فلفل قرمز ۲ درصد، آنتی‌اکسیدان ۰/۰۷۶ درصد، هم‌بند ۱ درصد، مخلوط مواد معدنی ۱/۵ درصد، مخلوط مواد ویتامینی ۲ درصد، آل‌کارنیتین ۱/۱۷۶ درصد، ضدقارچ ۰/۳۳ درصد، متیونین ۱ درصد، لیزین ۱ درصد، سبوس گندم ۰/۵ درصد، پودرسیر ۲/۳ درصد، کولین کلراید ۲ درصد

تهیه ماهیان و آماده‌سازی آکواریوم‌ها: برای انجام این بررسی

تعداد ۱۲۰ عدد بچه‌ماهی زینتی آنجل (*Pterophyllum scalare*) با

میانگین وزنی ۲/۵ گرم و میانگین طول چنگالی ۳/۹ سانتی‌متر و ۱۲۰

عدد بچه‌ماهی زینتی دیسکوس (*Symphysodon aequifasciatus*) با

میانگین وزنی ۲/۳ گرم و میانگین طول چنگالی ۳/۸ سانتی‌متر مورد

استفاده قرار گرفت. ماهی‌ها در مخازن ۵۰ لیتری حاوی آب شیرین

بدون کلر قرار گرفتند و به‌مدت یک هفته با محیط سازگار شدند در

طول هفته ماهی‌ها از لحاظ آلودگی انگلی و باکتریایی مورد بررسی

قرار گرفتند. پس از تهیه جیره‌های آزمایشی ماهی‌ها براساس ۲ درصد

وزن بدن در قالب سه وعده در روز، به‌مدت ۴۵ روز غذادهی شدند.

تلفات به‌صورت روزانه بررسی و یادداشت شد. درصد غذادهی با توجه

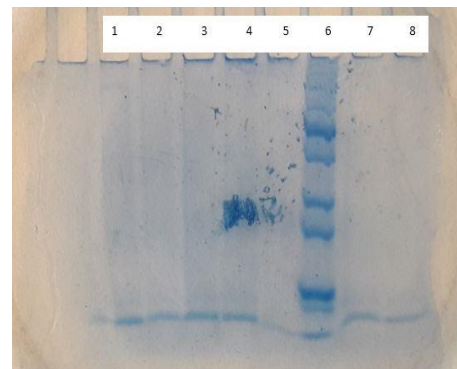
می باشد. هم چنین در ناحیه پروتئین ها اسمیر (کشیدگی باند) مشاهده می گردد که این اسمیر به دلیل هیدرولیز شدن پروتئین ها به اندازه های مختلف می باشد که باعث شده در طول ژل SDS به صورت خطی کشیده دیده شود. اما بیش تر پروتئین ها به طور کامل هیدرولیز شده اند و یک باند شارپ در پائین لدر ایجاد نموده اند.

بالای استفاده از این آنزیم، هیدرولیز پروتئین با استفاده از عصاره آناناس انجام گردید. هیدرولیز تهیه شده با ۱۰ میلی لیتر عصاره آناناس بالاترین میزان غلظت پروتئین تیمار شده را (۲۰۲/۳۴ میکروگرم/ میلی لیتر) به دست آورد. با توجه به شکل ۱ مشاهده می گردد که اندازه پروتئین هیدرولیز شده با ۱۰ میلی لیتر عصاره آناناس بسیار کوچک

جدول ۳: نتایج حاصل از بررسی کمی پروتئین های نمونه های مورد نظر به روش بردفورد حاصل از هیدرولیز بافت کامل ماهی کولی (*Vimba vimba*)

نمونه	میزان سوسپانسیون	مقدار جذب	غلظت پروتئین (میکروگرم/ میلی لیتر)
شاهد	۲۰ میلی لیتر آب مقطر و ۴ میلی لیتر بدن ماهی	۰/۲۳۶	۶۹/۲۰
تیمار با ۱ میلی لیتر آناناس	۲۰ میلی لیتر آب مقطر و ۴ میلی لیتر بدن ماهی	۰/۲۵۴	۷۴/۶
تیمار با ۳ میلی لیتر آناناس	۲۰ میلی لیتر آب مقطر و ۴ میلی لیتر بدن ماهی	۰/۳۵۸	۱۰۵/۸۴
تیمار با ۵ میلی لیتر آناناس	۲۰ میلی لیتر آب مقطر و ۴ میلی لیتر بدن ماهی	۰/۶۱۹	۱۸۴/۲۲
تیمار با ۵ میلی لیتر آناناس	۲۰ میلی لیتر آب مقطر و ۴ میلی لیتر بدن ماهی	۰/۷۶۹	۲۰۲/۳۴
تیمار با ۳ میکرو لیتر پروتئیناز k	۲۰ میلی لیتر آب مقطر و ۴ میلی لیتر بدن ماهی	۰/۸۲۳	۲۳۶/۷۷

($p < 0.05$). کم ترین میزان درصد افزایش وزن (WG) و ضریب رشد روزانه (DGC) ماهیان آنجل در تیمار شاهد به ترتیب معادل ۱۵۸/۳۶ و ۱۸۳/۰۱ به دست آمد و بیش ترین میزان این شاخص ها در تیمار ۳ درصد میکروکپسول معادل ۱۸۰ و ۱۸۸/۰۷ به دست آمد و این تیمار اختلاف معنی داری با سایر تیمارهای آزمایشی نشان داد ($p < 0.05$). درصد افزایش طول (LG) ماهیان آنجل در تیمارهای شاهد، ۱/۵ درصد میکروکپسول و ۱/۵ درصد هیدرولیز فاقد کپسول هیچ گونه تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند ولی این سه تیمار با تیمار ۳ درصد میکروکپسول اختلاف معنی داری نشان دادند ($p < 0.05$) و این شاخص در این تیمار دارای بالاترین میزان بود. با توجه به جدول ۵، بیش ترین میزان نرخ رشد ویژه (SGR) ماهیان دیسکوس در تیمار ۳ درصد میکروکپسول تغذیه شده (۲/۷۱) به دست آمد و این تیمار با سایر تیمارهای آزمایشی و شاهد اختلاف معنی داری نشان داد ($p < 0.05$). ضریب تبدیل غذایی (FCR) ماهیان دیسکوس نیز در این تیمار کم ترین میزان را (۱/۱) به دست آورد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارهای آزمایشی نشان داد ($p < 0.05$). در خصوص فاکتور وضعیت (CF) ماهیان دیسکوس هیچ اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ($p < 0.05$). کم ترین میزان درصد افزایش وزن (WG) و ضریب رشد روزانه (DGC) ماهیان دیسکوس در تیمار شاهد به ترتیب ۲۱۶/۰۴ و ۱۹۰/۵۷ به دست آمد و بیش ترین میزان این شاخص ها در تیمار ۳ درصد میکروکپسول ۲۳۹/۵۶ و ۱۹۵/۲۷ به دست آمد و این تیمار اختلاف معنی داری با سایر تیمارهای آزمایشی نشان داد ($p < 0.05$). درصد افزایش طول (LG) ماهیان دیسکوس نیز در تیمار ۳ درصد میکروکپسول اختلاف معنی داری با سایر تیمارهای آزمایشی داشته ($p < 0.05$) و دارای بالاترین میزان بود ولی سایر تیمارهای آزمایشی با یکدیگر و تیمار شاهد اختلافی از این لحاظ نشان ندادند ($p < 0.05$).



شکل ۱: بررسی کیفی پروتئین های هیدرولیز شده با استفاده از SDS PAGE، ۵-۱: پروتئین هیدرولیز شده، ۶: لدر پروتئین، ۷-۸: پروتئین هیدرولیز شده

پوشش دهی هیدرولیز تهیه شده: با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی میکروکپسول های تولیدی از نقطه نظر محتوی پروتئین مشاهده می گردد که تقریباً ۷۰ درصد پروتئین های هیدرولیز شده بافت ماهی کولی با ۱۰ میلی لیتر عصاره آناناس، با استفاده از آلزینات سدیم ۳ درصد پوشش دهی شده اند، به گونه ای که در بررسی به روش بردفورد میزان جذب قرائت شده معادل ۰/۶۴۹ و غلظت پروتئین معادل ۱۴۱/۶۴ میکروگرم بر میلی لیتر بوده است.

پارامترهای رشد و تغذیه ای: با توجه به جدول ۴، بیش ترین میزان نرخ رشد ویژه (SGR) در تیمار ۲ که در آن ماهیان آنجل با جیره حاوی ۳ درصد میکروکپسول تغذیه شده بودند (۲/۲۸) به دست آمد و این تیمار با سایر تیمارهای آزمایشی و شاهد اختلاف معنی داری نشان داد ($p < 0.05$). ضریب تبدیل غذایی (FCR) ماهیان آنجل نیز در این تیمار دارای کم ترین میزان بود و اختلاف معنی داری با سایر تیمارهای آزمایشی نشان داد ($p < 0.05$). نتایج به دست آمده در خصوص فاکتور وضعیت (CF) ماهیان آنجل هیچ اختلاف معنی داری نشان نداد



جدول ۴: نتایج مربوط به پارامترهای رشد بچه‌ماهی آنجل تغذیه شده با مقادیر مختلف میکروکپسول‌ها

تیمارها			شاهد	پارامتر
۱/۵ درصد اسپری	۳ درصد میکروکپسول	۱/۵ درصد میکروکپسول		
۲/۳۱±۰/۱۵ ^b	۲/۳۸±۰/۱۴ ^a	۲/۱۷±۰/۱۲ ^{bc}	۲/۱±۰/۱۵ ^c	نرخ رشد ویژه (SGR)
۰/۹۹±۰/۱۱ ^{bc}	۰/۹۴±۰/۱ ^c	۱/۰۲±۰/۰۹ ^{ab}	۱/۰۷±۰/۱۲ ^a	ضریب تبدیل غذایی (FCR)
۴/۲۳±۰/۴۷ ^a	۴/۱۷±۰/۳۶ ^a	۴/۱۳±۰/۵ ^a	۴/۰۴±۰/۳۶ ^a	فاکتور وضعیت (CF)
۱۷۰/۶۲±۱۷/۷۶ ^b	۱۸۰±۱۷/۸۲ ^a	۱۶۵/۹۱±۱۴/۶۹ ^{bc}	۱۵۸/۳۶±۱۷/۹۸ ^c	درصدافزایش وزن (WG)
۳۹/۴۳±۴/۳۴ ^{ab}	۴۱/۵۹±۳/۵۹ ^a	۳۹/۸۲±۴/۹۸ ^{ab}	۳۹/۲۹±۳/۴۲ ^b	درصدافزایش طول (LG)
۱۸۵/۹۱±۴/۱۳ ^b	۱۸۸/۰۷±۴/۰۷ ^a	۱۸۴/۸۳±۳/۴۷ ^{bc}	۱۸۳/۰۱±۴/۳ ^c	ضریب رشد روزانه (DGC)

*حروف متفاوت در هر ردیف نشانه تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۵: نتایج مربوط به پارامترهای رشد بچه‌ماهی دیسکوس تغذیه شده با مقادیر مختلف میکروکپسول‌ها

تیمارها			شاهد	پارامتر
۱/۵ درصد اسپری	۳ درصد میکروکپسول	۱/۵ درصد میکروکپسول		
۲/۶۵±۰/۱۳ ^b	۲/۷۱±۰/۱۳ ^a	۲/۶۱±۰/۱۱ ^{bc}	۲/۵۵±۰/۱۴ ^c	نرخ رشد ویژه (SGR)
۱/۱۵±۰/۱ ^b	۱/۱±۰/۰۹ ^c	۱/۱۷±۰/۰۸ ^b	۱/۲۲±۰/۱۱ ^a	ضریب تبدیل غذایی (FCR)
۲/۹۷±۰/۲۹ ^a	۲/۹۴±۰/۲۲ ^a	۲/۹۱±۰/۳۱ ^a	۲/۸۵±۰/۲۲ ^a	فاکتور وضعیت (CF)
۲۲۹/۳۷±۱۹/۳ ^b	۲۳۹/۵۶±۱۹/۳۷ ^a	۲۲۴/۲۴±۱۵/۹۶ ^{bc}	۲۱۶/۰۴±۱۹/۵۴ ^c	درصدافزایش وزن (WG)
۶۷/۰۴±۴/۴۶ ^{ab}	۶۹/۲۶±۳/۶۸ ^a	۶۷/۴۵±۵/۱۱ ^{ab}	۶۶/۹±۳/۵۱ ^b	درصدافزایش طول (LG)
۱۹۳/۲۶±۳/۸۳ ^b	۱۹۵/۲۷±۳/۷۸ ^a	۱۹۲/۲۶±۳/۲۱ ^{bc}	۱۹۰/۵۷±۳/۹۷ ^c	ضریب رشد روزانه (DGC)

*حروف متفاوت در هر ردیف نشانه تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

بحث

و تا یک سطح معینی باشد چرا که باعث کاهش تغییر مسیر قسمتی از انرژی رشد و مصرف شدن آن برای آمین‌زدایی می‌شود. در پژوهشی که Lee و همکاران (۲۰۱۰) انجام دادند از سطوح مختلفی از پروتئین جهت تغذیه ماهیان استفاده شد. نتایج این تحقیقات نشان داد که با افزایش سطح پروتئین جیره غذایی از ۴۰ به ۵۰ درصد میزان کارایی رشد به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. هم‌چنین در پژوهشی که Ozório و همکاران (۲۰۰۹) بر روی *Diplodus vulgaris* انجام دادند، نشان داده شد که با افزایش پروتئین جیره عملکرد رشد کاهش یافت. دو احتمال برای این یافته وجود دارد که می‌توان این گونه بیان نمود، که سطح بالای پروتئین در جیره منجر به تجمع آمینواسیدهای آزاد در بدن گردیده و تولید سم می‌کند و یا این‌که هزینه‌ای که بابت دفع آمینو اسیدهای اضافی داده می‌شود ممکن است باعث کاهش میزان رشد گردد. بنابراین باید به این موضوع نیز توجه گردد که میزان پروتئین جیره غذایی نباید از درصد مشخصی بالاتر رود. Jauncey و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای که بر روی گربه‌ماهی آسیایی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۳۵٪ پروتئین دارای بالاترین میزان رشد و افزایش وزن بودند درحالی‌که با افزایش درصد پروتئین از ۳۵ درصد به ۴۵ درصد، میزان رشد کاهش یافت. از این‌رو کاربرد مکمل‌هایی که بتواند جدابیت غذا را برای مصرف

در پژوهش حاضر، با استفاده از عصاره آناناس و پروتئیناز k، هیدرولیز پروتئین‌های ماهی انجام شد. پروتئیناز سیستمین موجود در عصاره آناناس توانایی بالایی در هیدرولیز پروتئین دارد. در این پژوهش عصاره آناناس باعث هیدرولیز ۴۵ درصدی پروتئین و پروتئیناز k باعث هیدرولیز تقریباً ۷۵ درصدی پروتئین گردید. اما به‌دلیل آن که عصاره آناناس طبیعی بوده و مقرون به‌صرفه است در این پژوهش استفاده گردید. نتایج تحقیق حاضر نشان دادند که با افزودن مکمل هیدرولیزی به جیره غذایی، میزان رشد و افزایش وزن در جیره پایه حاوی ۳ درصد هیدرولیز پروتئین پوشش‌دار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که دلیل آن می‌تواند این باشد که کارایی رشد ماهی با میزان مصرف این جیره غذایی ارتباط مستقیمی دارد. این افزایش رشد می‌تواند از این جهت موردبررسی قرار گیرد که این محتوی پروتئینی هیدرولیز شده احتمالاً دارای پپتیدهای آروماتیک بوده است که سبب افزایش جدابیت غذا از نقطه نظر ایجادبوی مطبوع برای آبی‌هدف گردیده است. در بیش‌تر مطالعات و تحقیقات صورت گرفته افزایش میزان رشد با افزایش سطح محتوی پروتئین در جیره صورت می‌گیرد، در این خصوص لازم به‌ذکر است که افزایش پروتئین در جیره غذایی ماهی باید به‌صورت کنترل شده



کننده افزایش دهد به مراتب راهکار منطقی تر در مقایسه با افزایش سطح پروتئین جیره می باشد، که در تحقیق حاضر ملاحظه می شود. در این پژوهش با توجه به آنالیزهای انجام شده بر روی پروتئین های هیدرولیز شده مشخص گردید که حدود ۷۰ درصد از پروتئین هیدرولیز شده در میکروکپسول ها محصور گشته اند. این میکروکپسول ها به عنوان جاذب غذایی مورد استفاده قرار گرفت که باعث افزایش وزن ماهیان مورد آزمایش گردید. ضریب تبدیل غذایی در این مطالعه تحت تأثیر سطوح مکمل جیره قرار گرفت و کمترین میزان آن در ماهیان تغذیه شده با میکروکپسول ها ۳ درصد، در ماهی آنجل (۰/۹۴) و در ماهی دیسکوس (۱/۱) به دست آمد. مشابه چنین روندی در تحقیقات انجام شده توسط Mohanta و همکاران (۲۰۰۹) بر روی بارب نقره ای به دست آمد. در پژوهش Mohanta و همکاران (۲۰۰۹)، از میکروکپسول های تهیه شده با کراتین حاوی پروتئین های محصور شده در آن برای تغذیه بارب نقره ای استفاده گردید. نتایج حاصل از این پژوهش مشخص نمود که تغذیه بارب نقره ای با این میکروکپسول ها باعث افزایش ۴۵ درصدی وزن ماهیان شد. در پژوهشی که Coutinho و همکاران (۲۰۱۲) بر روی تغذیه ماهیان زینتی سیلور انجام دادند، از میکروکپسول های آلژینات سدیم حاوی چربی و پروتئین به منظور تغذیه ماهی استفاده نمود. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین با چربی ۱۵ درصد به عنوان یک جیره غذایی کاربردی برای رشد بهینه ماهی سیلور می باشد. هم چنین در مطالعه ای که Lee و Kim (۲۰۰۵) بر روی بهینه سازی تغذیه ماهیان زینتی انجام دادند از میکروکپسول های حاوی آمینواسیدهای ضروری جهت رشد ماهیان دیسکوس *Symphysodon aequifasciatus* استفاده نمودند. بر طبق نتایج به دست آمده بیشترین میزان نرخ رشد ویژه (SGR) در تیمار ۲ که در آن ماهیان آنجل با جیره حاوی ۳ درصد میکروکپسول تغذیه شده بودند (۲/۲۸) و در ماهی دیسکوس (۲/۷۱) به دست آمد و این تیمار با سایر تیمارهای آزمایشی و شاهد اختلاف معنی داری نشان داد. هدف اصلی هیدرولیز ضایعات ماهی، به دست آوردن حداکثر بازیافت اجزای قابل دسترس با حفظ کیفیت بالا (درجه هیدرولیز و میزان پروتئین بالا) در آن هاست. در بسیاری از تحقیقات، هیدرولیزهای پروتئینی را فارغ از منبع تهیه آن ها جایگزین سهمی از مهم ترین ماده اولیه سازنده جیره یعنی پودر ماهی و یا سایر منابع پروتئینی می نماید که این جایگزینی معمولاً بیش از ۱۰ تا حدود ۳۰ درصد می باشد. این جایگزینی از دو بعد قابل بررسی است، اول هزینه تولید این جایگزین هیدرولیزی با توجه به حجم مصرف و درصد کاربرد در جیره، و وجه دیگر آن است که در برخی مطالعات مشخص شده که با افزایش درصد جایگزینی شاخص های رشد و تغذیه ای ماهی کاهش می یابد، برای مثال در تحقیق طاهری و همکاران (۱۳۹۰) تغذیه آلون های قزل آلا با

هیدرولیز پروتئینی صورت گرفت و مشخص شد که بهترین نتیجه در سطح ۱۰ درصد جایگزینی حاصل شده و با افزایش سهم هیدرولیز در جیره شاخص رشد دست خوش کاهش می شود. از سوی دیگر تغذیه لارو ماهی کپور معمولی با پروتئین هیدرولیز شده ماهی سبب افزایش رشد و بهبود کارایی تغذیه شد (Carvalho و همکاران، ۱۹۹۷). این روند در تغذیه لارو ماهی آزاد اقیانوس اطلس نیز دیده شد (Storebakken و Berge، ۱۹۹۶). نتایج تحقیق حاضر برخلاف نتایج به دست آمده توسط طاهری و همکاران (۱۳۹۰) که عنوان نمودند اسیدهای آمینه آزاد سبب افزایش مقبولیت غذای حاوی پروتئین هیدرولیز شده برای آلون های قزل آلا نمی شود، است. از این رو می توان نتیجه گرفت که عملکرد دو ماهی آنجل و دیسکوس در واکنش به پپتیدهای آروماتیک در غذا مثبت می باشد. این واکنش مثبت بدان جهت قابل توجه است که سطح کاربرد هیدرولیز پروتئینی در تحقیق حاضر کم تر از سطح اشباع کننده انتقال دهنده های پپتیدی روده بوده است. جذب مواد مغذی در روده عمدتاً توسط سلول های انتروسیست در ترکیب با انتقال دهندگان مختلف صورت می گیرد (Mailliard و همکاران، ۱۹۹۵). اشباع شدن و رقابت اسیدهای آمینه برای انتقال باتوجه به محدود بودن انتقال دهنده های پپتیدی می تواند از دلایل کاهش رشد ماهی تغذیه شده با جیره های حاوی سطح بالای آمینواسیدهای آزاد باشد (Bakke و McKellep و همکاران، ۲۰۰۰؛ Kokovski و همکاران، ۲۰۰۰). بر اساس نتایج مطالعه اخیر استفاده از منابع مختلف پروتئینی موجب افزایش رشد در دو گونه ماهی مورد مطالعه (ماهی آنجل و دیسکوس) شد. نقش اسید آمینه آزاد و پپتیدهای زنجیر کوتاه در رشد لاروها توسط چندین نویسنده مورد بررسی قرار گرفته است. Pezzato و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که تأثیرین و پیش سازهای آن متیونین و سیستئین و لوسین ممکن است رشد در لاروهای کفشک را محدود کند. با این وجود، افزودن اسیدهای آمینه آزاد به رژیم غذایی باعث افزایش ترشح ترپسین در مراحل اولیه لارو می شود، که نشان می دهد عملکرد هضم پانکراس بهبود می یابد (Cahu، ۲۰۰۱). علاوه بر عملکرد تغذیه ای خود، اسیدهای آمینه آزاد ممکن است نقش مهمی در تغذیه اول با عمل به عنوان جذب کننده های شیمیایی داشته باشند. Williams و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که جایگزینی ۲۰ درصد غذای ماهی با تریپتیدهای رژیم غذایی، از پودر هیدرولیز ماهی در رژیم غذایی باعث بهبود پارامترهای اصلی بیولوژیکی (رشد، بقا و شکل گیری اسکلت) در پرورش لارو سی باس می شود هم چنین ترکیب دو و سه پپتید با رژیم غذایی موجب بهبود رشد شد، هنگامی که یک ترکیب آمینواسید موفق به ایجاد همان اثر نشد. اثر مفید پپتیدهای رژیم غذایی را می توان در وجود حمل و نقل خاص بین لایه های مختلف و افزایش فعالیت پپتیداز سیتوزولی در لاروها بیان کرد. هم چنین در بچه ماهی ها،



۱۲. Lee, S.M. and Kim, K.M., 2005. Effect of various levels of lipid exchanged with dextrin at different protein level in diet on growth and body composition of juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). Journal Aquaculture Nutrition. Vol. 11, pp: 435-442.
۱۳. Lee, K.J.; Powell, M.S.; Barrows, F.T.; Smiley, S.; Bechtel, P. and Hardy, R.W., 2010. Evaluation of supplemental fish bone meal made from Alaska seafood processing byproducts and dicalcium phosphate in plant protein based diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Aquaculture. Vol. 302, pp: 248-255.
۱۴. Lovell, R.T., 2000. Nutrition of ornamental fish. En: Bonagura, J., (Ed.), Kirk's Current Veterinary Therapy XIII-Small Animal Practice. W.B. Saunders, Philadelphia, USA. pp: 1191-1196.
۱۵. Mailliard, M.E.; Stevens, B.R. and Mann, G.E., 1995. Amino acid transport by small intestinal, hepatic, and pancreatic epithelia. Gastroenterology. Vol. 108, pp: 888-910.
۱۶. Mohanta, K.N.; Mohanty, S.N.; Jena, J. and Sahu, N.P., 2009. A dietary energy level of 14.6 MJ kg⁻¹ and protein-to-energy ratio of 20.2 g MJ⁻¹ results in best growth performance and nutrient accretion in silver barb *Puntius gonionotus* fingerlings. Aquaculture nutrition. Vol. 1, No. 6, pp: 627-37.
۱۷. Niroomand, M.; Sajadi, M.; Yahyavi, M. and Asadi, M., 2011. Effects of dietary betaine on growth, survival, body composition and resistance of fry rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under environmental stress. isfj. Vol. 20, No. 1, pp :135-146.
۱۸. Ozório, R.O.A.; Valente, L.M.P.; Correia, S.; Pousao Ferreira, P.; Damasceno-Oliveira, A., Escorcio, C. and Oliva-Teles, A., 2009. Protein requirement for maintenance and maximum growth of two-banded seabream (*Diplodus vulgaris*) juveniles. Aquaculture Nutrition. Vol. 15, No. 1, pp: 85-93.
۱۹. Pezzato, L.E.; Fracalossi, D.M.; de Borba, M.R. and Menoyo, D. 2003. Bautista, J.M., Growth, lipogenesis and body composition of piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) fingerlings fed different dietary protein & lipid concentrations. Aquatic Living Resources. Vol. 16, No. 4, pp: 362-369.
۲۰. Rodrigues, L.A., 2006. Kochenborger FJB. Influência do processamento da dieta no desempenho produtivo do acarã bandeira (*Pterophyllum scalare*). Maringá. Vol. 28, No. 1, pp: 113-119.
۲۱. Sales, J. and Janssens, G.P.J., 2003. Nutrient requirements of ornamental fish. Aquat Living Resour. Vol. 16, No. 6, pp: 533-540.
۲۲. Sudagar, M.; Azari Takami, Gh.; Pnomarev, C.A.; Mahmoudzadeh, H.; Abedian, A. and Hosseini, S.A., 2005. The effects of different dietary levels of betaine and Downloaded methionine as attractant on the growth factor and survival rate of juvenile beluga (*Huso huso*), Iranian Scientific Fisheries Journal. Vol. 14, No. 2, pp: 41-50 (In Persian).
۲۳. Tacon, A.G.I., 1987. The nutrition and feeding of farm fish and shrimp a training manual. The essential nutrients. FAO Brasilia Brazil. Vol. 1, 11 p.
۲۴. Taheri, A.; Abedian Kenari, A.; Motamedzadegan, A. and Habibi Rezaie, A.M., 2010. Optimization of gold stripe sardine (*Sardinella gibbosa*) protein hydrolysate using alcalase@ 2.4L by RSM. CytA Journal of Food. pp: 1-7.
۲۵. Zuanon, J.A.S.; Salaro, A.L.; Silveira Moraes, S.S.; de Oliveira-Alves, L.M.; Balbino, E.M. and Siqueira Araújo, E., 2009. Dietary protein and energy requirements of juvenile freshwater angelfish. Rev Bras Zootecn. Vol. 38, No. 6, pp: 989-993.
- فعالیت سیتوزولی کاهش می‌یابد و هیدرولیز برای رشد کم‌تر کارآمد می‌باشد. این پژوهش برای اولین بار در ایران با هدف تولید میکروکپسول حاوی پپتید با قابلیت افزایش اشتها آبی به تغذیه انجام شد. با تاکید بر این نکته که افزودن پپتید نیز به جیره غذایی آبزیان گوشت‌خوار و همه‌چیزخوار بسیار قابل توجه می‌باشد. تحت تاثیر ماهیت پروتئین مورد استفاده، تولید پپتید می‌تواند به‌عنوان جاذب در محیط، ماهی را به تغذیه بیش‌تر ترغیب نماید که این خود، سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی و احتمالاً افزایش رشد، در بازه زمانی مشخص می‌گردد. از سوی دیگر مصرف پپتیدها برای ماهی با توجه به نیاز به هضم کم‌تر و جذب سریع‌تر، سبب افزایش میزان رشد (از طریق تاثیر بر شرایط متابولیسمی) و بازده اقتصادی بیش‌تر برای پرورش‌دهنده خواهد شد.

منابع

1. Cahu, C. and Zambonino-Infante, J., 2001. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. Aquaculture. Vol. 200, pp: 161-180.
2. Carvalho, A.P.; Escaffre, A.M.; Oliva Teles, A. and Bergot, P., 1997. First feeding of common carp larvae on diets with high levels of protein hydrolysates. Aquaculture International. Vol. 5, pp: 361-367.
3. Chong, A.S.C.; Hashim, R. and Ali, A.B., 2000. Dietary protein requirements for discus (*Symphysodon* spp.). Journal Aquaculture Nutrition. Vol. 6, pp: 275-278.
4. Chong, A.S.C.; Hashim, R. and Ali, A.B., 2002. Assessment of dry matter and protein digestibilities of selected raw ingredients by discus fish (*Symphysodon aequifasciata*) using in vivo and in vitro methods. Aquacult Nutr. Vol. 8, No. 3, pp: 229-238.
5. Coutinho, F.; Peres, H.; Guerreiro, I.; Pousão-Ferreira, P. and Oliva-Teles, A., 2012. Aug. Dietary protein requirement of sharpnose sea bream (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777) juveniles. Aquaculture. Vol. 1, pp: 356-397.
6. Ergun, S.; Yigit, M. and Turker, A., 2003. Growth and feed consumption of young Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to different photoperiods. Journal of Aquaculture. Vol. 55, No. 2, pp: 132-138.
7. Erdogan, F.; Erdogan, M. and Gümüç, E., 2012. Effects of Dietary Protein and Lipid Levels on Growth Performances of Two African Cichlids (*Pseudotropheus socolofi*) and (*Haplochromis ahli*), Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 12, pp: 453-458.
8. Ergün, S.; Güroy, D.; Tekeşoğlu, H., Güroy, B. and Çelik, İ., 2010. Optimum dietary protein level for blue streak hap. *Labidochromis caeruleus*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 10, pp: 27-31.
9. Jauncey, K., The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapias (*Sarotherodon mossambicus*). Aquaculture. Vol. 27, No. 1, pp: 43-54.
10. Kim, L.O. and Lee, S.M., 2005. Jan. Effects of the dietary protein and lipid levels on growth and body composition of bagrid catfish, *Pseudobagrus fulvidraco*. Aquaculture. Vol. 3, No. 1, pp: 323-329.
11. Kolkovski, S.; Czerny, S. and Dabrowski, K., 2000. Use of krill hydrolysate as a feed attractant for fish larvae and juveniles. Journal of World Aquaculture Society. Vol. 31, pp: 81-88.

