فصلنامه علمی ـ پژوهشی دورهٔ ۵، شمارهٔ ٤، زمستان ۱۳۹۵، صفحه ۵۷- ۷۰

شاخص‌های تغذیه‌ای، رشد و ترکیب شیمیایی بدن میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) تغذیه شده با جیره‌های حاوی همبندهای مختلف

عالی حسینی[۱]، محمود نفیسی بهابادی[۲]، ابراهیم ستوده[۱]*، یاسر همت[۳]، رضا قربانی واقعی[٤]

۱-استادیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

۳ – دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

٤- دانش آموخته کارشناسی ارشد، پژوهشکده میگوی کشور، بوشهر

دریافت: ۹٤/۰۸/۱۷ پذیرش: ۹۵/۰۹/۱۵

*نویسنده مسئول مقاله: E.sotoudeh@yahoo.com

چکیده:

در این مطالعه تأثیر استفاده از سه ماده همبند شامل نشاسته ذرت، کربوکسی‌متیل‌سلولز (CMC) و اوره‌فرمالدهید (UFA) (حاوی ٤۲ درصد کنجاله سویا) در مقایسه با یک جیره غذایی تجاری بر عملکرد رشد، پایداری پلت و ترکیب شیمیایی بدن میگوی سفید غربی بررسی شد. میگوهای وانامی با میانگین وزن اولیه ۰/۷۳ گرم در ۱۲ عدد مخزن مدور ۳۰۰ لیتری ذخیره و به‌مدت ۵۲ روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار و ۳ تکرار در هر تیمار انجام شد. زیست‌سنجی میگوها در دو دوره ۱۵ و یک دوره ۲۱ روزه انجام شد. در پایان آزمایش نتایج نشان داد میانگین وزن نهایی میگوهای تغذیه شده با همبند اوره‌فرمالدهید (UFA) به‌طور معناداری کمتر از سایر تیمارها است ($p<۰/۰۱$). ضریب رشد ویژه (SGR) در هر سه دوره ($p<۰/۰۵$) و در کل دوره ($p<۰/۰۱$) به‌طور معناداری تحت تأثیر نوع بایندرها قرار گرفت و در کل دوره آزمایش، کمترین ضریب رشد ویژه (SGR) در تیمار UFA و بیشترین آن در میگوهای تغذیه شده با تیمار شاهد مشاهده شد. مقایسه آماری نتایج سنجش ترکیبات شیمیایی بدن میگوهای آزمایش شده نشان داد تیمارهای آزمایشی تأثیر معناداری بر درصد پروتئین و چربی خام لاشه‌های میگوها ندارد. در مجموع با توجه به نتایج پایداری جیره‌ها، عملکرد رشد و تغذیه‌ای و همچنین ترکیبات شیمیایی میگوهای تغذیه شده با همبندهای مختلف می‌توان گفت نشاسته ذرت همبند مناسبی برای ساخت جیره این میگو می‌باشد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]

کلید واژگان: میگوی سفید غربی، همبند، رشد، ترکیب شیمیایی، تغذیه

مقدمه

میگوی وانامی یا سفید غربی، گونهٔ اصلی میگوی پرورشی در جهان است. به‌طوری‌که میزان تولید جهانی این گونه در سال ۲۰۱۳ بالغ بر ۳/۳ میلیون تن بوده است (FAO, 2014). در ایران میزان تولید در سال ۱۳۹۱ حدود ۱۰ هزار تن گزارش شده است (Iran Fisheries Organization, 2012) که این میزان (حدود ۰/۳ درصد تولیدات جهانی) در مقایسه با تولیدات جهانی بسیار ناچیز می‌باشد. افزایش تولیدات آبزیان از جمله میگو می‌تواند نقش مهمی در ایجاد اشتغال و تأمین پروتئین برای مصارف انسانی ایفا کند. یکی از مشکلات اساسی و مهم در رونق و گسترش این صنعت تأمین جیره‌های با کیفیت خوب، پایدار و قیمت مناسب است.

در تولید غذای آبزیان پایداری خوراک با کاهش شستن (هدر روی) مواد مغذی و فروپاشی جیره یک امر بسیار مهم است. با توجه به رفتار تغذیه ای خاص سخت‌پوستان که به آهستگی و با دستکاری کردن غذا (با زوائده دهانی) تغذیه می‌کنند، اهیمت بیشتری دارد. ترکیبات همبند طبیعی متعددی با هدف افزایش پایداری پلت‌ها در آب و جلوگیری از هدر رفتن مواد مغذی استفاده شده است. پلی‌ساکاریدها مانند نشاسته، سلولز، پکتین و غیره ترکیبات غیرسمی در دسترسی هستند که می‌توانند به‌عنوان همبند استفاده شوند. به‌طور کلی کیفیت فیزیکی پلت‌های غذایی میگو به‌ویژه پایداری آنها در آب با ویژگی‌های فیزیکی اجزای تشکیل دهنده مخلوط غذایی، همچنین روش‌ها و فرایندهایی که بر روی آنها اعمال می‌شود، مشخص می‌گردد. همبندها ترکیباتی هستند که برای بهبود پایداری خوراک، به حداقل رساندن ضایعات، کاهش فروپاشی و هدر رفتن مواد مغذی و بنابراین افزایش بازدهی جیره آبزیان استفاده می‌شوند (Storebakan, 1985). کربوهیدرات‌ها با دارا بودن ساختار ماکرومولکولی خاص که با حضور چندین گروه‌های عاملی قطبی ایجاد شده است قادر به حفظ مقدار قابل توجهی آب و یا مایعات بیولوژیکی و در نتیجه تشکیل هیدروژل می‌باشند. این ساختار از طریق پدیده‌های شیمیایی یا فیزیکی مانند تشکیل ژل، فرایند واگشتگی، تغییرات pH و ایجاد پیوندهای جدید در برابر آب مقاومت می‌کند (Farris et al., 2009). همبندها به‌عنوان پُرکننده فضای خالی بین مخلوط اجرای سازنده غذا عمل می‌کنند و بنابراین باعث تراکم و دوام بیشتر پلت‌های غذایی درون آب می‌شوند. همچنین بعضی از همبندها خاصیت چسبندگی داشته و در واقع ذرات غذایی مختلف را به‌هم می‌چسباند و موجب دوام و پایداری پلت‌ها می‌شوند. علاوه بر این خیلی از همبندها پس از تحمل حرارت، رطوبت و فشار در طول فرایند ساخت پلت، باعث یک سری فعل و انفعالات شیمیایی شده که موجب تغییر ساختار و طبیعت مخلوط غذایی و در نهایت افزایش دوام پلت می‌شوند (Stivers, 1970). با توجه به اینکه استفاده از دستگاه غذاساز مزرعه‌ای همانند کارخانجات تولید غذا، امکان تزریق بخار آب و در نتیجه به حالت ژلاتینه درآوردن نشاسته وجود ندارد، می‌توان علاوه بر افزودن آب گرم از همبند مناسب نیز استفاده کرد. یکی از ویژگی‌های دستگاه پرس پلت مزرعه‌ای، امکان افزودن آب گرم در حدود ۲۰- ۱۵ درصد وزن خشک مواد اولیه است. افزودن این مقدار آب گرم نیز نمی‌تواند نشاسته موجود در مواد اولیه را (با توجه به نوع مواد اولیه استفاده شده) در حد قابل توجهی به حالت ژلاتینه درآورد. بنابراین به‌کارگیری همبند مناسب و ارزان قیمت بسیار اهمیت دارد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]

شاخص‌های تغذیه‌ای، رشد و ترکیب ... ـــ

با توجه به تنوع همبندها، استفاده از نوع مناسب آن می‌تواند موجب رفع مشکل کاهش پایداری پلت‌های حاوی مقادیر زیاد کنجاله سویا گردد (Lim and Cuzon, 1994) که این امر می‌تواند به صنعت تولید غذای میگو کمک مؤثری کند. همبندها در سه گروه پروتئینی، کربوهیدراتی و همبندهایی که هیچ‌گونه ارزش غذایی ندارند، تقسیم‌بندی می‌شوند. همبندهای کربوهیدراتی از قبیل نشاسته، سلولز به‌دلیل داشتن قابلیت هیدراته شدن در آب سرد و گرم، می‌توانند باعث افزایش حالت چسبندگی محلول و یا پراکندگی و یا ژل شدن آنها شوند. نشاسته به شکل دانه‌های آمیلوز و آمیلو پکتین است. دانه‌های نشاسته به‌صورت گرانوله می‌باشند که ذخیره آب باعث تورم تدریجی این گرانول‌ها می‌شود و در بالاترین حد تورم عمل ژلاتینی شدن اتفاق می‌افتد. کربوکسی‌متیل‌سلولز (CMC) از مشتقات سلولز است و به‌سرعت در آب سرد حل می‌شوند و عمدتاً برای کنترل چسبندگی بدون ماده ژلاتینی به‌کار می‌روند. قدرت چسبندگی آن موجب می‌شود که به‌عنوان تغلیظ و تثبیت کننده امولسیون استفاده شود. همچنین از CMC به‌دلیل توانایی بالای نگهداری آب در خود می‌توان به‌عنوان چسبنده استفاده کرد (Arisz et al., 1995). در میان پروتئین‌ها بیشترین موادی که به مقدار زیادی به‌عنوان همبند غذایی استفاده می‌شوند عبارتند از اوره‌فرمالدهید، گلوتن گندم و ژلاتین (De Muylder et al., 2008). بنابراین تحقیق حاضر با هدف انتخاب بهترین نوع همبند برای تهیه پلت‌های غذایی (حاوی ٤٢ درصد کنجاله سویا) با توجه به پایداری آن در آب شور (دریا) و مناسب بودن قیمت آن انجام شده است.

مواد و روش‌ها

ساخت جیره‌های آزمایشی

اجزای غذایی نظیر پودر ماهی، کنجاله سویا، پودر سر میگو ابتدا آسیاب شده و با الک ۰/۵ میلی‌متری غربال شدند. سپس تمام مواد اولیه براساس درصدهای تعیین شده، توزین شدند (جدول ۱). برای ساخت جیره‌ها ابتدا مواد اولیه را درون همزن ریخته و به‌مدت ۳۰ دقیقه مخلوط شدند. در مرحله بعد روغن ماهی، لسیتین سویا و آب گرم نیز به‌میزان حدود ۲۰– ۱۵ درصد وزن خشک غذا افزوده شد و سپس ترکیبات دوباره هم زده شدند. هم‌زمان با مرحله اضافه کردن آب گرم، عمل افزودن همبندها در داخل ظرف انجام گرفت. سه نوع جیره با استفاده از همبندهای مختلف از قبیل: اوره‌فرمالدهید به‌میزان ۲ درصد، کربوکسی‌متیل‌سلولز به‌میزان ۲ درصد و نشاسته ذرت به‌میزان ۵ درصد (جایگزین آرد گندم) به مخلوط غذا تولید شد. پس از این عمل، مواد حاصل از چرخ‌گوشت با قطر چشمه ۲ میلی‌متر عبور داده و رشته‌های خارج شده بر روی سینی‌های توری فلزی ریخته و با دستگاه خشک‌کن و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲ ساعت خشک شد. پلت‌های غذایی در کیسه‌های نایلونی بسته‌بندی و تا زمان مصرف در فریزر نگهداری گردید. تمام مراحل ساخت غذا در آزمایشگاه گروه شیلات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس انجام شد.

برای تعیین میزان پایداری جیره‌ها از تعدادی سبد توری فلزی مکعبی شکل (۵×۱۰×۱۰ cm) استفاده شد. در هر آزمون سنجش پایداری غذا، تعداد پنج عدد از سبدها که هر کدام حاوی ۵ گرم غذا بودند، به‌طور هم‌زمان و به‌آرامی در یک آکواریوم حاوی ۵۰ لیتر آب با شوری ٤٥ قسمت در هزار و یک عدد سنگ هوا قرار داده شد. پس از طی زمان ۱ ساعت، سبدهای مذکور به‌آرامی از آب خارج شده و به‌مدت سه ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شد. این آزمایش برای زمان دو ساعت غوطه‌وری در آب هم تکرار گردید. به این ترتیب میزان

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]

پایداری هر نوع جیره با سه تکرار و براساس رابطه زیر محاسبه شد (Cheng et al., 2000):

درصد پایداری غذا=(وزن خشک اولیه/وزن خشک نهایی غذا پس از آبشویی)×۱۰۰

جدول ۱ ترکیبات اولیه استفاده شده در ساخت جیره آزمایشی برای تغذیه میگوی وانامی

مواد اولیه	درصد
آرد ماهی	۹
آرد میگو	۱۲
آرد گندم	۲۰-۳۰
آرد سویا	٤۲
روغن ماهی	۲
لستین سویا	۲
گلوتن گندم	۲
مکمل معدنی	۲
مکمل ویتامینی	۲
همبند	۲-۵

تجزیه شیمیایی جیره‌های ساخته‌شده حاوی همبندهای مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. تمام پلت‌های ساخته‌شده با همبندهای متفاوت درصد پروتئین خام، چربی خام و الیاف خام مشابهی داشتند.

جدول ۲ آنالیز ترکیبات شیمیایی پلت‌های غذایی حاوی همبندهای مختلف و جیره تجاری (شاهد).

تیمار	ترکیبات شیمیایی (درصد)				
	پروتئین خام	چربی خام	الیاف خام	خاکستر	عصاره عاری از نیتروژن (NFE)
شاهد (تجاری)[1]	۳۷/۰	۹/۳	۱/۵۹	۱۳/۰۳	۳۹/۱
نشاسته ذرت	۳٤/۵	۸/۰	۰/۸۱	۱٤/۹۱	٤۱/۸
CMC	۳۳/۵	۷/۷	۱/۹٦	۱۵/۵٤	٤۰/۳
UFA	۳٤/۰	۷/۷	۲/۰٤	۱٤/۹۵	٤۰/۳

۱- شرکت هوروراش، بوشهر

تهیه بچه میگو و شرایط پرورش

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]

۲۰۰۰ قطعه بچه میگو از گونه وانامی (*L.vanammei*) از کارگاه تکثیر دلوار تهیه و در کیسه‌های نایلونی به نسبت یک قسمت آب و دو قسمت اکسیژن قرار داده شد. سپس کیسه‌های پلاستیکی درون یونولیت‌های حاوی پودر یخ به ایستگاه تحقیقاتی بندرگاه –بوشهر منتقل گردید. برای سازگاری با شرایط سالن پرورشی، میگوها در مخازن ٤ تنی ذخیره‌سازی و به‌مدت دو هفته با غذای تجاری تغذیه شدند. پس از پایان دوره سازگاری، میانگین وزن بچه میگوها اندازه‌گیری و سپس ۳۰ قطعه بچه میگو به‌طور تصادفی در هر مخزن ذخیره شدند. در این آزمایش از ۱۲ عدد مخزن پلی‌اتیلن مدور ۳۰۰ لیتری (قطر کف ۷۰ سانتی‌متر و قطر دهانه ۸۰ سانتی‌متر) برای پرورش بچه میگوها استفاده شد. پیش از شروع آزمایش تمامی مخازن با مواد شوینده و آب شیرین شسته شد. همه روزه پیش از غذادهی نوبت صبح، برداشت مدفوع و مواد غذایی باقیمانده از طریق سیفون کردن انجام و همچنین روزانه ۵۰–۲۰ درصد آب مخازن تعویض گردید. برای تأمین اکسیژن درون هر مخزن دو عدد سنگ هوا قرار داده شد. غذادهی در طول دوره پرورش براساس وزن زی‌توده میگوهای هر تانک انجام گرفت (Amaya et al., 2007). مرحله پرورشی میگوها در ایستگاه تحقیقاتی بندرگاه (پژوهشکده میگوی کشور) انجام شد. زیست‌سنجی بچه میگوها طی سه دوره، دو دوره ۱۵ روزه ابتدایی و یک دوره ۲۱ روزه انجام شد. برای سنجش رشد وزنی میگوها، تمام میگوهای هر مخزن را پس از خشک کردن با دستمال کاغذی، توزین و سپس میانگین وزن آنها محاسبه گردید.

سنجش شاخص‌های رشد

شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای در طول و پایان دوره آزمایشی مانند افزایش وزن (WG)، افزایش وزن روزانه (DWG)، ضریب رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی(FCR)، نرخ بازدهی پروتئین (PER) و بهره‌وری پروتئین خالص (PCE) با استفاده از معادلات زیر محاسبه شد:

وزن اولیه (گرم) – وزن نهایی (گرم) = WG

۱۰۰×تعداد روزهای آزمایش /(میانگین وزن اولیه – میانگین وزن نهایی) = DWG

۱۰۰× روزهای غذادهی/ (وزن اولیه Ln– وزن نهایی) = SGR

کل وزن تر کسب شده (گرم) / غذای دریافت شده (گرم) = FCR

پروتئین مصرفی(گرم) /وزن تر تولید شده (گرم) = PER

پروتئین نهایی لاشه –پروتئین اولیه لاشه (گرم) = PCE

۱۰۰× پروتئین مصرف شده (گرم)/(گرم)

آنالیز ترکیبات شیمیایی اجزای جیره و بدن میگوها

تجزیه تقریبی مواد اولیه مصرفی جیره‌های ساخته‌شده و لاشه میگوها شامل پروتئین خام، چربی خام و خاکستر با استفاده از روش استاندارد AOAC (۲۰۰۰) انجام شد. تمامی آزمایش‌ها در آزمایشگاه گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گردید. برای تعیین درصد رطوبت، نمونه‌های جیره‌ها و کل لاشه چرخ شده میگوها در دمای ۱۰۵°C به‌مدت ٦ ساعت تا رسیدن به یک وزن ثابت، برای اندازه‌گیری رطوبت خشک شدند. برای سنجش میزان پروتئین، نمونه‌های خشک شده به‌دست آمده به روش کلدال تجزیه پروتئینی شدند. برای این کار از دستگاه خودکار مدل Kjeltec Auto Analyzer 1030 استفاده گردید. میزان خاکستر نمونه‌ها با سوزاندن نمونه‌ها به‌مدت ۵ ساعت در دمای ۵۰۰ تا ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد. درصد چربی کل لاشه، مواد اولیه غذایی و

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]

جیره‌های ساخته‌شده به روش سوکسله و با استفاده دی‌اتیل‌اتر به عنوان حلال محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری الیاف خام از روش Fibertec و دستگاه Analyzer (ANKOM 200/220) Fiber استفاده گردید (AOAC, 2000). مقدار عصاره عاری از نیتروژن (NFE) براساس فرمول زیر محاسبه شد:

NFE= ۱۰۰ − (درصد رطوبت + درصد خاکستر + درصد چربی + درصد پروتئین + درصد فیبر)

تجزیه و تحلیل آماری نتایج

محاسبه داده‌ها و ترسیم نمودارها با استفاده از بسته نرم‌افزاری EXCEL انجام شد. ابتدا طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگورف- اسمیرنف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون بررسی شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از روش آماری طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. در صورت معنادار شدن اثر تیمار، میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد با هم مقایسه شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از بسته نرم‌افزاری SAS[1] صورت گرفت.

نتایج

پایداری پلت‌های غذایی

نتایج مربوط به پایداری پلت‌های ساخته‌شده از سه نوع مختلف همبند و در آب دریا در جدول ۳ نشان داده شده است. به‌طور کلی پایداری پلت‌ها با افزایش زمان کاهش یافته است. بررسی آماری نتایج پایداری پلت‌ها نشان داد پایداری دو همبند اوره‌فرمالدهید و کربوکسی‌متیل‌سلولز در زمان‌های ۱، و ۲ و ۳ ساعت نسبت به جیره‌های حاوی نشاسته ذرت و تیمار شاهد به‌طور معناداری بالاتر بود ($p<۰/۰۵$).

1. Statistical Analysis System

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]

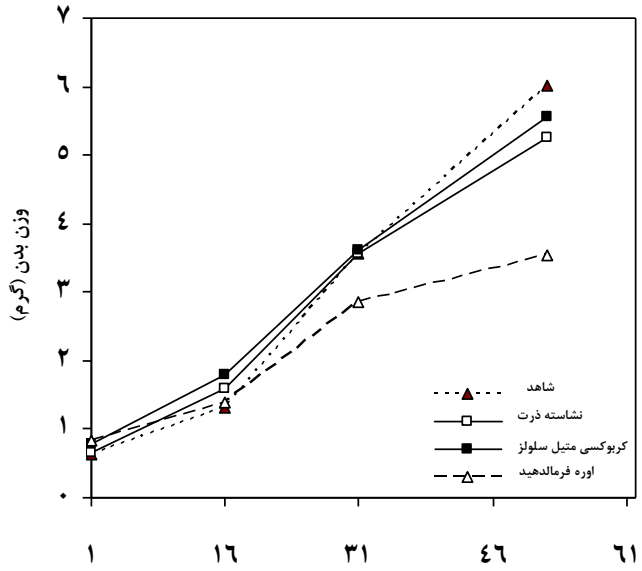
جدول ۳ پایداری پلت‌های غذایی حاوی همبندهای مختلف در آب دریا.

تیمار[1]	پایداری پلت در آب (ساعت)		
	۱	۲	۳
شاهد (بدون همبند)	۹۲/۰^{b}	۸۸/۰^{b}	۸۵/۳^{c}
نشاسته ذرت	۹٤/۸^{b}	۹۰/۸^{b}	۸۹/۰^{b}
اوره‌فرمالدهید (UFA)	۹۷/۹^{a}	۹۷/۷^{a}	۹٤/٤^{a}
کربوکسی‌متیل‌سلولز (CMC)	۹۸/۲^{a}	۹٦/٦^{a}	۹٤/٥^{a}

۱. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف آماری معنادار در سطح احتمال ۹۵ درصد است.

شاخص‌های عملکرد رشد

تغییرات میانگین وزن بدن میگوها در زمان‌های مختلف آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. وزن نهایی میگوهای تغذیه‌شده با پلت‌های حاوی همبندهای نشاسته ذرت و کربوکسی‌متیل‌سلولز تفاوت معناداری با پلت تجاری (تیمار شاهد) نشان نداد (شکل ۱).

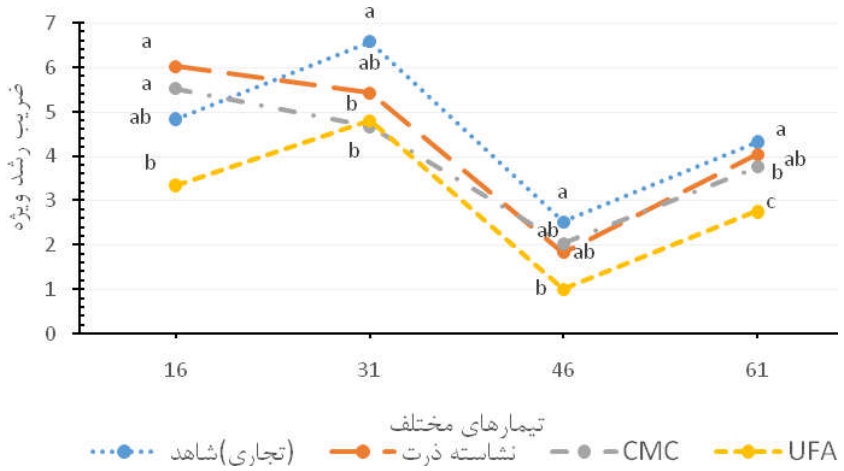


شکل ۱ تغییرات میانگین وزن بدن میگوهای وانامی تغذیه شده با پلت غذایی حاوی همبندهای مختلف و جیره شاهد (تجاری).

اثر همبندهای مختلف بر شاخص ضریب رشد ویژه در هر سه دوره نمونه‌برداری ($p<۰/۰۵$) و در پایان دوره معنادار بود ($p<۰/۰۱$) (شکل ۲). میزان SGR در مرحله سوم برای تمام تیمارها کمتر از دو مرحله قبل به‌دست آمد و در میگوهای تغذیه شده با پلت‌های حاوی ٤۲ درصد کنجاله سویا، پلت حاوی همبند UFA به‌طور معناداری ($p<۰/۰۵$) کمتر از تیمار تغذیه شده با جیره تجاری بود. در پایان دوره آزمایش، کمترین SGR مربوط به تیمار UFA و بیشترین آن مربوط به تیمار شاهد بود.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]



شکل ۲ تغییرات ضریب رشد ویژه در میگوهای وانامی تغذیه‌شده با پلت‌های ساخته‌شده با همبندهای مختلف و پلت تجاری در دوره‌های مختلف زیست‌سنجی.

جدول ۳ میانگین افزایش وزن روزانه بدن، درصد رشد و ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد. شاخص افزایش وزن روزانه میگوها در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری و پایان آزمایش تفاوت معناداری داشت. شاخص درصد رشد میگوهای وانامی تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی همبندهای مختلف نیز در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معناداری نشان داد و در پایان آزمایش، درصد رشد میگوهای تغذیه شده با پلت‌های ساخته‌شده با همبند نشاسته ذرت و جیره تجاری به‌طور معناداری بالاتر از سایر تیمارها بودند (جدول ٤). ضریب تبدیل غذایی نیز در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری تغییرات معناداری نشان داد. در همه مراحل نمونه‌برداری و پایان دوره آزمایشی، میزان شاخص FCRبرای تیمار شاهد کمترین و برای تیمار UFA بیشترین مقدار را نشان داد (جدول ۳).

جدول ٤ میانگین افزایش وزن روزانه بدن و درصد رشد میگوهای تغذیه شده با پلت‌های حاوی همبندهای مختلف و پلت تجاری در طول دوره پرورشی و پایان آزمایش.

تیمار[1]	دوره‌های زیست‌سنجی			
	اول	دوم	سوم	پایان دوره
	افزایش وزن روزانه بدن (گرم وزن میگو در روز)			
شاهد	۰/۰٤٥٥^{ab}	۰/۱٤۰^{a}	۰/۱۱۷^{a}	۰/۱۰۵۳^{a}
نشاسته ذرت	۰/۰٦۲۹^{a}	۰/۱۲٤^{a}	۰/۰۸۰^{a}	۰/۰۹۰۷^{a}
CMC	۰/۰٦۷۹^{a}	۰/۱۲۹^{ab}	۰/۰۹۲۷^{a}	۰/۰۹۳٤^{a}
UFA	۰/۰۳٦۳^{b}	۰/۰۹۱۳^{b}	۰/۰۳۲۷^{b}	۰/۰۵۲۷^{b}

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]

درصد رشد				
شاهد	۱۰۷/٤۰^{ab}	۱٦۹/۱٤^{a}	۷۰/۸۰^{a}	۸٤۸/٤٦^{a}
نشاسته ذرت	۱٤٦/۸۹^{a}	۱۲۵/۹۱^{b}	٤۷/۰۲^{ab}	۷۱۹/۸۷^{ab}
CMC	۱۳۲/۲۲^{a}	۱۰۳/۲۷^{b}	۵٤/۵۱^{ab}	٦۰۸/۵۱^{b}
UFA	٦٦/۸۵^{b}	۱۰۵/٦۹^{b}	۲۳/۹۳^{b}	۳۲۷/۱۹^{c}

۱ در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف لاتین مشترک‌اند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، از نظر آماری تفاوت معناداری در سطح احتمال ۹۵ درصد ندارند.

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میانگین شاخص‌های تغذیه‌ای میگوهای در جدول ۵ نشان داده شده است. سه شاخص نسبت بازدهی پروتئین، بهره‌وری پروتئین خالص و ضریب تبدیل غذایی در میگوهای تغذیه‌شده با پلت‌های ساخته‌شده با همبندهای نشاسته ذرت و CMC و جیره تجاری نسبت به پلت‌های ساخته‌شده با همبند UFA به‌طور معناداری بالاتر بود.

جدول ۵ میانگین شاخص‌های تغذیه‌ای در میگوهای تغذیه‌شده با پلت‌های حاوی همبندهای مختلف و پلت تجاری.

تیمار[۱]	شاخص‌های تغذیه‌ای		
	نسبت بازدهی پروتئین	بهره‌وری پروتئین خالص	ضریب تبدیل غذایی
شاهد (تجاری)	۱/۹۸^{a}	٤۲/۰۷^{a}	۱/۳۸^{b}
نشاسته ذرت	۲/۰۰^{a}	۳۹/٤۹^{a}	۱/۵۹^{b}
CMC	۲/۰٦^{a}	٤۳/۰۷^{a}	۱/۵٦^{b}
UFA	۱/۱۵^{b}	۲۸/۲۲^{b}	۲/۸۰^{a}

۱ در هر ستون، میانگین‌هایی که در یک حرف لاتین مشترک هستند، از نظر آماری تفاوت معناداری در سطح احتمال ۹۵ درصد ندارند.

ترکیبات شیمیایی لاشه

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر درصد پروتئین خام و چربی خام لاشه‌های میگو معنادار نبود، اما تیمارهای آزمایشی اثر معناداری بر رطوبت و خاکستر ($p<۰/۰۱$) داشتند (جدول ٦). لاشه میگوهای تغذیه شده با تیمار شاهد و پلت‌ها حاوی همبند UFA به‌ترتیب کمترین و بیشترین رطوبت را به خود اختصاص دادند.

جدول ٦ تأثیر پلت‌های غذایی ساخته‌شده با همبندهای مختلف و پلت تجاری بر ترکیبات شیمیایی لاشه میگوی وانامی در پایان دوره آزمایش

تیمار[۱]	ترکیبات شیمیایی (درصد)			
	رطوبت	پروتئین	چربی	خاکستر
شاهد	۷٤/۵^{c}	۱۹/۸	۳/۲	۳/۹^{b}
نشاسته ذرت	۷٦/۸^{ab}	۱۹/۲	۳/۰	٤/٤^{b}
CMC	۷۵/۸^{bc}	۲۰/۱	۳/٤	٤/۷^{b}
UFA	۷۷/۸^{a}	۱۸/٤	۳/٤	٤/۷^{a}

۱در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف لاتین مشترک هستند، از نظر آماری تفاوت معناداری در سطح احتمال ۹۵ درصد ندارند.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]

بحث

برای جلوگیری از کاهش مواد مغذی موجود در جیره، هدر رفتن جیره و جلوگیری از آلودگی آب خوراک میگو خوب باید دارای استحکام مناسبی در محیط آب باشد. جیره‌های استفاده شده در تغذیه سخت‌پوستان نباید بیشتر از ۱۰ درصد ماده خشک خود را از دست بدهند (Cuzon et al., 1994). در این مطالعه پس از گذشت ۲ ساعت، پایداری جیره‌های تولید شده با همبندهای مختلف بالای ۹۰ درصد به‌دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد پلت‌های تولیدشده با همبندهای استفاده شده در این مطالعه از استحکام کافی برای تغذیه میگو برخوردارند. در این تحقیق جیره‌های ساخته‌شده با همبند اوره‌فرمالدهید و کربوکسی‌متیل‌سلولز نسبت به نشاسته ذرت و جیره شاهد، پایداری بالاتری نشان دادند. Amirkolaie و همکاران (۲۰۰٦) نشان دادند به‌کارگیری نشاسته ژلاتینه شده در مقایسه با نشاسته خام موجب افزایش پایداری و کاهش حلالیت مدفوع ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus* L.) می‌گردد. در نتیجه می‌توان گفت عملکرد نشاسته به‌عنوان همبند در حالت ژلاتینه شده مناسب‌تر است. مطالعات زیادی در زمینه بررسی نقش همبندها در پایداری غذای میگو انجام شده است. نتایج این بررسی‌ها نشان می‌دهند تأثیر همبندها در افزایش پایداری جیره‌های میگو متفاوت است (Heinen, 1981; Cheng et al., 2000; Nabi and Islam, 2000; Fekrandish et al., 2007). ترکیبات استفاده شده به‌عنوان همبند، علاوه بر افزایش پایداری پلت‌های غذا، نباید باعث کاهش خوش خوراکی، رشد و بازماندگی و افزایش ضریب تبدیل غذایی شوند. در این مطالعه ۵۲ روزه وزن نهایی و ضریب رشد ویژه و افزایش وزن روزانه بدن میگوهای آزمایش شده به‌طور معناداری تحت تأثیر نوع همبند مورد استفاده قرار گرفت. پلت‌های حاوی همبندهای نشاسته ذرت و کربوکسی‌متیل‌سلولز تفاوت معناداری با پلت تجاری (تیمار شاهد) نشان نداد و با نزدیک شدن به پایان دوره، میانگین وزن میگوهای تغذیه‌شده با پلت‌های حاوی همبند اوره‌فرمالدهید نسبت به سایر تیمارها کمتر شد. علاوه بر این، شاخص‌های تغذیه‌ای مثل نسبت بازدهی پروتئین، بهره‌وری پروتئین خالص و ضریب تبدیل غذایی در میگوهای تغذیه‌شده با همبند اوره‌فرمالدهید، به‌طور معناداری نسبت به سایر تیمارها پایین‌تر بود. این نتایج نشان می‌دهد احتمالاً همبند اوره‌فرمالدهید با تأثیر بر قابلیت هضم و جذب مواد مغذی جیره، باعث کاهش شاخص‌های تغذیه‌ای و در نهایت کاهش عملکرد رشد میگوهای مورد مطالعه شده است. به نظر می‌رسد همبندها با سرعت بخشیدن به زمان انتقال غذا در دستگاه گوارش آبزیان اثرهای مخربی بر قابلیت هضم مواد مغذی ایجاد می‌کنند (Storebakken, 1985). گنجانیدن کربوکسی متیل سلولز، نشاسته ذرت و گلوتن گندم به‌عنوان همبند، موجب بهبود قابلیت هضم مواد مغذی جیره در ماهی تیلاپیا در مقایسه با صمغ گوار شده است (Fagbenro and Jauncey, 1995). در این بررسی با وجود اینکه پایداری پلت‌های ساخته‌شده با همبند اوره فرمالدهید نسبت به همبند نشاسته ذرت بهتر بود، با این حال عملکرد رشد و تغذیه میگوهای تغذیه‌شده با پلت‌های حاوی این همبند نسبت به سایر میگوها پایین‌تر بود. تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد مواد همبندی بسیار مؤثر از نظر افزایش استحکام جیره احتمالاً به‌دلیل اثرهای فیزیکی، مانند تغییر خواص ویسکوالاستیکی باعث بروز آثار منفی بر قابلیت هضم مواد مغذی می‌شود (Storebakken and Austreng, 1987; Storebakken et al., 1998). از طرفی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد تغییرات نوع، منبع و مقدار مواد مغذی موجود در جیره آبزیان می‌تواند هم میزان و یا فعالیت

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]

آنزیم‌های گوارشی را تغییر دهد (Moraes and Bidinotto, 2000). در یک مطالعه Lòpez-Lòpez و همکاران (۲۰۰۵) اثرهای استفاده از همبندهای کربوهیدارتی محلول را بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی خرچنگ چنگال قرمز (*Cherax quadricarinatus*) بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد تیمارهای تغذیه‌شده با همبند نشاسته گندم بالاترین فعالیت آمیلاز و عملکرد رشد در مقایسه با منابع دیگر مانند سورگوم دارند. این محققان نتیجه‌گیری کردند فعالیت آنزیم آمیلاز وابسته به نوع منبع کربوهیدراتی است. در ماهیان نیز پیچیدگی ساختاری کربوهیدرات به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در میزان فعالیت این آنزیم گزارش شده است (NRC, 1993). از سوی دیگر عامل همبند علاوه بر افزایش استحکام خوراک باید برای میگو دلپذیر (palatable) باشد و تأثیر سوئی بر ضریب تبدیل غذایی و بازماندگی میگو نداشته باشد. اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی و همچنین سنجش فعالیت آنزیم‌های گوارشی می‌تواند در روشن‌تر شده مکانیسم اثرهای بهتر این همبند کمک کند.

مقایسه آماری نتایج سنجش ترکیبات شیمیایی بدن میگوهای آزمایش شده نشان داد تیمارهای آزمایشی تأثیر معناداری بر درصد پروتئین و چربی خام لاشه‌های میگوها ندارد، با این حال میزان رطوبت و خاکستر میگوهای تغذیه شده با همبند اوره‌فرمالدهید بالاتر به‌دست آمد. این تفاوت در وزن خشک و میزان خاکستر می‌تواند یکی از عوامل ایجاد تفاوت در عملکرد رشد میگوهای آزمایش شده باشد. این مسئله را نمی‌توان به ترکیب جیره‌های آزمایشی نسبت داد، زیرا ترکیب شیمیایی جیره‌های استفاده شده در این بررسی یکسان بودند. در این آزمایش میگوهای تغذیه شده با جیره حاوی بایندر نشاسته میزان پروتئین و چربی لاشه نسبت میگوهای تغذیه‌شده با جیره حاوی CMC اندکی کمتر بود. Amirkolaie و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند به‌کارگیری نشاسته ژلاتینه شده در مقایسه با نشاسته خام موجب بهبود قابلیت هضم مواد مغذی در ماهی تیلاپیا می‌شود. این محققان نقش نشاسته ژلاتینه در بهبود قابلیت هضم را به افزایش گرانروی مواد هضم شده در دستگاه گوارش و در نتیجه افزایش زمان ماندگاری غذا و در نهایت تحریک تخمیر میکروبی روده عنوان می‌کنند. همان‌طورکه بالاتر عنوان شد، نوع همبند جیره با مکانیسم‌های مختلفی از جمله میزان پایداری خوراک در آب و جلوگیری از هدر رفتن مواد مغذی، تغییر سرعت ماندگاری غذا در دستگاه گوارش و همچنین تأثیر بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی می‌تواند در دسترسی مواد مغذی برای رشد و یا ذخیره آنها مؤثر باشد. در مجموع با توجه به نتایج پایداری جیره‌ها، عملکرد رشد و تغذیه‌ای و همچنین ترکیبات شیمیایی میگوهای تغذیه‌شده با همبندهای مختلف می‌توان گفت نشاسته ذرت همبند مناسبی می‌باشد. با توجه به قیمت مناسب و در دسترس بودن، این ماده می‌تواند به‌عنوان یک همبند کاربردی برای ساخت جیره حاوی مقادیر بالای آرد کنجاله سویا (۴۲ درصد) برای میگوی وانامی به‌کار گرفته شود. انجام مطالعات کامل‌تر دربارهٔ اثرهای همبند بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی، فلور باکتریایی روده و قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی می‌تواند در انتخاب همبند و تصیم‌گیری بهتر کمک کند. همچنین پیشنهاد می‌شود در آزمایش‌های آینده سطوح مختلف این همبندها و یا ترکیبی از همبندهای مختلف نیز در جیره این میگو بررسی شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب قدردانی خود را از مسئولان محترم آزمایشگاه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]

فـارس و کارکنـان محتـرم ایسـتگاه تحقیقـاتی بنـدرگاه (پژوهشکده میگوی کشور، بندر بوشهر) اعلام می‌دارند.

منابع

Akiyama, D.M., Dominy, W.G. and Lawrence, A.L. 1992. Penaeid shrimp nutrition. In: Fast, A.W., Lester, L.J. (Eds), Marine shrimp culture: principles and practices. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, pp. 535-568.

Amaya, E. A., Davis, D. A. and Rouse. D. B. 2007. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under pond conditions. *Aquaculture*, 262: 393–401.

Amirkolaie, A. K., Verreth, J. A. J. and Schrama, J.W, 2006. Effect of gelatinization degree and inclusion level of dietary starch on the characteristics of digesta and faeces in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* (L.)). *Aquaculture,* 260: 194–205.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2000. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Arisz, P. W., Kauw, H. J. J. and Boon, J. J. 1995. Substituent distribution along the cellulose backbone in O-methylcelluloses using GC and FAB-MS for monomer and oligomer analysis. *Carbohydrate Research,* 271: 1–14.

Cheng, Z., Behnke, K.C., Dominy, W.G., 2000. Comparison of pellet water stability in shrimp diets made from whole wheat, wheat flour, wheat gluten, wheat starch, wheat bran and wheat germ. *American Association of Cereal Chemists, Inc*., 32: 21 -27.

Cuzon, G., Guillaume, J. and Cahu, C. 1994. Composition, preparation and utilization of feeds for Crustacea. *Aquaculture*, 124: 253–267.

De Muylder, E., Hage, H. and van der Velden, G. 2008. Binders: Gelatin as alternative for urea formaldehyde and wheat gluten in the production of water stable shrimp feeds. *Aquafeed International magazine*, 11(2): 1464-0058.

Fagbenro, O. and Jauncey, K. 1995. Water stability, nutrient leaching and nutritional properties of moist fermented fish silage diets. *Aquaculture Engineering*, 14: 143–153.

FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations), 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA). FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome, p. 176.

Farris, S., Schaich, K. M., Liu, L., Piergiovanni, L. and Yam, K.L., 2009. Development of polyion-complex hydrogels as an alternative approach for the production of biobased polymers for food packaging applications: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 20: 316–332.

Fekrandish, H., Abedian kenari, A. M., Monfared, N. and Eskandari, V. 2007. Comparison of the three types of binders on stability of shrimp diets in water. *Pajoohesh and Sazandegi*, 20: 170-174. (In Persian).

Heinen, J.M. 1981. Evaluation, of some binding agents for crustacean diets. *The Progressive Fish-Culturist*, 43: 142- 145.

Hertrampf, J.W. 1992. On the water durability of aquaculture feed pellets—a review. *Advanced Feed Technology*, 7: 18-38.

Iran Fisheries Organization, 2010. Annals of Iran Fisheries Organization (2002–2012). http://fisheries.ir/report_viwe.aspx?rep=parvaresh%20maygo.

Lim, C. and Cuzon, G. 1994. Water stability of shrimp pellet: a review. *Asian Fisheries Science*, 7: 115–127.

Lòpez-Lòpez, S., Nolasco, H., Villarreal-Colmenares, H. and Civera-Cerecedo, R., 2005. Digestive enzyme response to supplemental ingredients in practical diets for juvenile freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture Nutrition* 11: 79–85.

Moraes, G. and Bidinotto, P.M. 2000. Induced changes in the amylohydrolytic profile of the gut of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1885) fed different levels of soluble carbohydrate: its correlation with metabolic aspects. *Revista de Ictiologia* 8: 47–51.

Nabi, S.M.N. and Islam, M.T. 2000. The effect of cooking and fermentation with different feed binders on water stability of feed pellets. *Agriculture*, 42: 213 -215.

NRC, 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press,Washington, p. 114.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]

digestibility of macronutrients in rainbow trout. *Aquaculture,* 60: 121–131.

Storebakken, T., Shearer, K.D. and Roem, A. J. 1998. Availability of protein, phosphorus and other elements in fishmeal, soy-protein concentrate and phytase-treated soyprotein-concentrate-based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture* 161: 365–379.

Stivers, T. E. 1970. Feed manufacturing. Fish Feed Technology and Nutrition Workshop (ed. J. L. Gudet). Wasshington DC., pp: 14-22.

Storebakan, T. 1985. Binder in fish feed effect of alginate and guargumon growth, digestibility feed uptake and passage through the gastrointestinal track of rainbow trout. *Aquaculture,* 47: 11-26.

Storebakken, T. and Austreng, E. 1987. Binders in fish feeds II. Effect of different alginates on the

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 5, No. 4, Winter 2017

Feeding factors, growth and chemical composition of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed diets containing different binders

Aali Hosseini[1], Mahmoud Nafisi Bahabadi[2], Ebrahim Sotoudeh[1*], Yaser Hemmat[3], Reza Ghorbani Vaghei[4]

1- Assistant Prof., Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran.
2- Associate Prof., Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran.
3- M.Sc Graduate, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran.
4- M.Sc Graduate, Iran Shrimp Research center, Bushehr, Iran.

Received: 08.11.2015 Accepted:05.12.2016

*Corresponding author: E.sotoudeh@yahoo.com

Abstract:
This experiment was conducted to determine the effects of three binding agents, including corn starch, carboxymethyl cellulose (CMC) and urea formaldehyde (UFA) (in diets containing 42% soybean meal) on growth performance, pellet water stability and chemical composition of *Litopenaeus vannamei*. Shrimps with an average initial weight of 0.73 g stored in polyethylene tanks and fed experimental diets for 52 days (four treatments and three replicates). Biometric measurements of shrimp were carried out in two periods of 15 and 21 days. At the end of experiment results showed that the average final weight of shrimp fed the UFA binder is significantly lower than other treatments ($p<0.05$). Specific growth rate at three sampling periods ($p<0.05$) and at the end of experimental ($p<0.01$) was significantly affected by the type of binder, with the lowest SGR in UFA and highest in shrimps were fed control diet. Statistical analysis showed that chemical body composition of shrimp was not significantly affected by dietary treatments. In general, according to the results of diet stability, growth performance and feed utilization as well as shrimp body composition, corn starch is a good binder for whiteleg shrimp feed.

Keywords: Whiteleg shrimp, Binder, Growth, Chemical composition, Nutrition

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.4.8.9]