شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹
صفحات ۵۲۷-۵۱۵

اثرات سطوح مختلف مکمل خوراکی بایوترونیک تاپ ۳ بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن میگوی پا سفید (*Litopenaeus vannamei*)

آسیه ضاحی زاده[۱]، محمد ذاکری[۲]*، سید محمد موسوی[۲]، پریتا کوچنین[۳]، مرتضی سوری[۴]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران.
۲. دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران.
۳. استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران.
۴. اداره توسعه میگو و ماهیان دریایی آبادان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۱

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف مکمل بایوترونیک تاپ ۳ بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن میگوی پا سفید (*Litopenaeus vannamei*) به مدت ۶۴ روز انجام گردید. ۳۵۰ قطعه میگو با میانگین وزنی حدود ۰/۰۵ ± ۴/۲۸ در ۱۵ مخزن با سطوح ۰ (تیمار شاهد)، ۰/۵ (تیمار ۱)، ۱ (تیمار ۲)، ۲ (تیمار ۳) و ۴ گرم در کیلوگرم (تیمار ۴) مکمل بایوترونیک تاپ ۳ با سه تکرار غذادهی شدند. غذادهی دستی در چهار نوبت به روش سیری انجام شد. در پایان دوره آزمایشی، اختلاف معنی‌داری در میزان افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و در صد بازماندگی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید ($P<0/05$). بیشترین و کمترین میزان افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه به ترتیب در تیمار ۴ و ۱ مشاهده شد. همچنین بیشترین در صد بازماندگی در تیمار ۴ مشاهده گردید. اختلاف معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی، نرخ بازده پروتئین و کارایی غذایی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید ($P<0/05$). بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار ۴ مشاهده شد. همچنین بیشترین نرخ بازده پروتئین در تیمار ۴ و کمترین در تیمار ۱ ثبت گردید و در مورد کارایی غذایی نیز روند مشابه نرخ بازده پروتئین ثبت گردید. همچنین در پایان دوره آزمایشی، اختلاف معنی‌داری در میزان ضریب چاقی، طول کل، طول کاراپاس و طول حدقه‌ای بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید ($P<0/05$). همچنین اختلاف معنی‌داری در محتوای درصد پروتئین، چربی و رطوبت بدن بین تیمارهای آزمایشی ثبت شد. بیشترین محتوای پروتئین در تیمارهای حاوی مکمل در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده گردید ($P<0/05$). بیشترین و کمترین درصد محتوای چربی بدن بترتیب در تیمار ۴ و ۱ ثبت شد. براساس نتایج تحقیق حاضر، افزودن ۲ گرم در کیلوگرم مکمل بایوترونیک تاپ ۳ (تیمار ۴) را می‌توان بعنوان بهترین میزان در جیره غذایی میگوهای پا سفید (*L. vannamei*) پیشنهاد نمود.

واژگان کلیدی: میگو پاسفید، شاخص‌های رشد، کارایی غذا، ترکیب بیوشیمیایی بدن، بایوترونیک تاپ ۳.

* نویسنده مسئول: محمد ذاکری
Email: zakeri.mhd@gmail.com

Journal of Fisheries
Vol. 73, No. 4, Winter 2020
pp. 515-527

Effect of different levels of dietary Biotronic Top3 on growth performance, feed utilization and body biochemical composition of the white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

Asiyeh Zahizadeh[1], Mohammad Zakeri[2*], Seyed Mohammad Mousavi[2], Preeta Kochanian[3], Morteza Souri[4]

1. M.Sc. educated, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Iran.
2. Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Iran.
3. Professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Iran.
4. Abadan Office of Shrimp Development and Marine Species, Head of Khuzestan Fisheries Department, Iranian Fisheries Organization, Iran.

Received: 07-Jul-2020 **Accepted: 22-Sep-2020**

Abstract

This study examined the effects of different levels of dietary - Biotronic Top 3 on growth, feeding, and body biochemical composition of white leg shrimp, *Litopenaeus vannamei* reared at the Choebdeh Shrimp Culture Complex, Abadan for a period of 64 days. Shrimp with an initial average weight of 4.28+0.05g were stocked randomly in fifteen 300l polyethylene tanks at a density of 25 shrimp/tanks. Triplicate groups of shrimp were hand-fed to satiation four times a day using the experimental diet containing 0 (treatment 1, control), 0.5 (treatment 2), 1 (treatment 3), and 2 (treatment 4) grams per kilogram of Biotronic Top 3. Biometry was done at the beginning and the end of the experiment. After 64 days, shrimp receiving diets supplemented with Biotronic Top3 showed significantly better growth performance than those fed the control diet($P<0.05$). The highest and the lowest weight gain, specific growth rate, and survival rate were recorded in treatments 4 and 1, respectively. Feed conversion ratio, protein efficiency ratio, and feed efficiency were significantly different between the treatments ($P<0.05$). The highest FCR and the lowest PER were recorded in treatment 1 and the lowest FCR and the highest PER were recorded in treatment 4. Feed efficiency showed a trend similar to that of PER. Morphometric indices (total length, carapace length, orbit length), condition factor and body biochemical parameters were significantly different between the treatments ($P<0.05$). The protein content was the highest in shrimp fed the diet containing Biotronic Top^3. The highest and lowest lipid contents were recorded in treatments 4 and 1, respectively. Based on our results and under the rearing conditions used in this study, the inclusion of Biotronic Top 3 at the rate of 2g/kg diet is recommended for feeding white leg shrimp, *Litopenaeus vannamei*.

Keywords: White leg shrimp, Growth performances, Feeding utilities, Biochemical body composition, Biotronic top 3.

Corresponding author: Mohammad Zakeri Email: zakeri.mhd@gmail.com

۱. مقدمه

استفاده از مکمل‌های غذایی، یکی از راهکارهای بهبود شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن آبزیان است (Zakariaee *et al.*, 2015). استفاده از اسیدهای آلی در جیره غذایی ماهی و میگو می‌تواند روشی مؤثری در دسترسی به تولید و محصول سالم با صرفه اقتصادی و پایدار باشد (Hosseini Shekarabi *et al.*, 2019). اسیدهای آلی به دسته‌ای از اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه (C_1-C_7) و اسیدهای کربوکسیلیک ضعیف اطلاق می‌گردد که در ساختارشان دارای یک یا بیش از چند گروه کربوکسیل اند. همه اسیدهای آلی به طور طبیعی در گیاهان و حیوانات وجود دارند. بنابراین، به طور طبیعی می‌توانند در مواد غذایی به‌عنوان یک فرآیند طبیعی متابولیسمی بیوشیمیایی ظاهر شده و یا مستقیماً به عنوان اسیدی کننده، هیدرولیزکننده رشد باکتری‌ها به تولیدات غذایی اضافه گردند (Ng *et al.*, 2009). مطالعات در گونه‌های آبزیان مناطق گرمسیر و سردسیر نشان می‌دهد که مجموعه‌ی متنوع اسیدهای آلی، نمک یا ترکیبات آن‌ها نقش مؤثری در بهبود روند رشد در آبزیان دارند (Luekstadt, 2008). اسیدهای آلی با آزاد سازی یون هیدروژن، باعث کاهش pH محیط می شوند. باکتری برای ایجاد تعادل یونی داخل سلولی نیازمند به دفع یون‌های هیدروژن به محیط بیرون سلولی با صرف انرژی است. درنتیجه انرژی کافی برای تکثیر را از دست می‌دهد. همچنین اسیدهای آلی سبب تخریب DNA باکتری می‌شوند و در سنتز پروتئین باکتری اختلال ایجاد می‌نمایند که نتیجه‌ی این عمل بهبود رشد و تغذیه آبزی می‌شود (Celik *et al.*, 2003).

بایوترونیک تاپ ۳ (Biotronic® Top3) محصولی تجاری شامل ترکیبی از اسیدهای آلی، ترکیب شیمیایی-گیاهی و کمپلکس نفوذپذیر بایومین (Biomin permeabilizing) است. اجزای تشکیل‌دهنده اسیدهای آلی آن شامل اسید پروپیونیک، فرمیک و اسید لاکتیک است که یک ترکیب ضد قارچ قوی است و pH محیط را نیزکاهش می‌دهد (Celik *et al.*, 2003). همچنین ماده‌ی فیتوشیمیایی آن یک ترکیب طبیعی و زیست فعال گیاهی است که سبب مهار تقسیم سلولی و کاهش تکثیر باکتری‌های مضر می‌شود این ترکیب طبیعی سیناماَلدئید نام دارد که از طریق اختلال در تشکیل ماده، تقسیم و تکثیر باکتری‌ها را مهار می‌نماید. سومین جزء این مکمل بایومین پرمی ابیلایزینگ است که ورود اسیدهای آلی و ماده‌ی فتوشیمیایی را از طریق افزایش نفوذپذیری غشای خارجی باکتری‌های گرم منفی افزایش می‌دهد (Riemensperger *et al.*, 2012).

اثرات ضد و نقیضی در ارتباط با عملکرد مکمل اسیدهای آلی بر پرورش ماهی گزارش شده است. چندین آزمایش کاهش جذب غذا را نشان داده‌اند (Ng and Koh, 2016). با این حال، Pandey و Satoh (۲۰۰۸) همبستگی بین مکمل اسید آلی و جذب بهتر فسفر و نیتروژن را نشان دادند، اما هیچ پیشرفتی در رشد نداشتند. Gao و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش دادند که ترکیبی از اسید آلی در بهبود رشد ناکام مانده و تأثیر مخربی بر ضریب تبدیل غذا دارد. گزارش شده است که اسید سیتریک باعث بهبود رشد و استفاده از خوراک ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌شود (Hernandez *et al.*, 2012). علاوه بر این، مطالعه در مورد تیلاپیا نشان داد که اسیدهای آلی ممکن است ماهی را در برابر عفونت مقاوم کنند (Ng and Koh, 2016). اطلاعات موجود در مورد اثرات مفید جیره‌های حاوی اسیدهای آلی و نمک‌هایشان روی شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه به عواملی همچون گونه پرورشی، اندازه و سن، نوع و سطوح اسیدهای آلی و نمک‌هایشان و یا ترکیب آن‌ها بستگی دارد (Lim *et al.*, 2000). در خصوص اثرات بایوترونیک تاپ ۳ در سخت پوستان از جمله میگو گزارشی یافت نشده است. برای سایر گونه‌های پرورشی نیز مطالعات انجام شده بسیار محدود است. این مطالعات محدود به ماهی کپور معمولی (*Cyprinus Carpio*؛ Hosseini Shekarabi *et al.*, 2019)، اسکار تایگر (*Astronotus ocellatus*؛ Hadidi and Taati,

2016) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss* Menanteau-Ledouble *et al.*, 2017;) است. بنابراین، با توجه به اهمیت موضوع استفاده روزافزون از مکمل‌های تجاری در صنعت آبزی پروری، این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر سطوح مختلف مکمل تجاری بایوترونیک تاپ ۳ بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن میگوی پا سفید (*L. vannamei*) طراحی شده است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. طرح آزمایش و تهیه جیره‌های غذایی

پنج تیمار آزمایشی، جهت بررسی اثرات سطوح مختلف مکمل تجاری بایوترونیک تاپ ۳ بر شاخص‌های رشد، کارایی تغذیه، ترکیبات بیوشیمیایی بدن میگوی سفید غربی در ۳ تکرار طراحی گردید. براین اساس تیمار ۱ فاقد مکمل بایوترونیک (تیمار شاهد)، تیمار ۲ شامل ۰/۵ گرم در کیلوگرم بایوترونیک در جیره‌غذایی، تیمار ۳ شامل ۱ گرم در کیلوگرم بایوترونیک در جیره‌غذایی، تیمار ۴ شامل ۲ گرم در کیلوگرم بایوترونیک در جیره‌غذایی، تیمار ۵ شامل ۴ گرم در کیلوگرم بایوترونیک در جیره‌غذایی، در نظر گرفته شد. ترکیب تجاری مورد استفاده در این آزمایش با نام تجاری Biotronic®Top3 ساخت شرکت بایومین کشور اتریش بود که از شرکت ایتوک فردا (تهران، ایران) تهیه شد. ابتدا غذای تجاری پایه (۴۰۰۵) شرکت فرادانه با ترکیب شیمیایی پروتین خام: ۲/۸۵ ± ۴۲/۰۴ درصد، چربی خام: ۰/۷۹ ± ۹/۷۲، رطوبت ۰/۶۱ ± ۷/۲۲ و خاکستر ۰/۷۸ ± ۸/۱۹، کاملاً آسیاب شد و پس از اضافه کردن مقادیر مورد نظر مکمل باترونیک تاپ ۳ و خمیری کردن ترکیب حاصل با مقدار مورد نیاز از آب، در نهایت ترکیب به دست آمده به وسیله چرخ گوشت، به شکل رشته در آمد و برای خشک کردن، به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد. پس از اتمام مرحله ساخت، جیره‌های غذایی آزمایشی تا زمان مصرف درکیسه‌های پلاستیکی در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگه داری شدند.

۲.۲. شرح آزمایش

بدین منظور تعداد ۳۵۰ قطعه میگوی جوان سفیدغربی با میانگین وزنی حدود ۰/۰۵ ±۴/۲۸ گرم به طور کاملا تصادفی از استخرهای پرورشی میگو سایت پرورش میگوی چوئبده آبادان جمع آوری شدند و به مخازن پلی اتیلنی ۳۰۰ لیتری منتقل شدند. میگوها به مدت ده روز با شرایط آزمایشگاه سازگار شدند و در طی این مدت از غذای تجاری پایه (تیمار شاهد) در حد سیری در ۴ نوبت تغذیه شدند. سپس میگوها با تراکم ۲۵ قطعه در هر مخزن بین تیمارها تقسیم و برای مدت ۶۴ روز پرورش داده شدند. برای حفظ کیفیت آب، روزانه حدود ۱۰ درصد آب از طریق سیفون کردن مدفوع و غذاهای باقیمانده تعویض شد. در داخل هر مخزن ۳ عدد سنگ هوا جهت تامین اکسیژن لازم قرار داشت. غذادهی روزانه در ۴ نوبت (در ساعات ۷، ۱۲، ۱۷ و ۲۲) به روش دستی و در حد سیری انجام شد. سپس بعد از هر وعده‌ی غذایی، غذای مصرف نشده از هر مخزن سیفون و پس از خشک کردن، توزین شد. شاخص‌های دما، pH و اکسیژن محلول آب، روزانه در دو نوبت صبح و عصر و شوری آب یکبار در روز در نوبت صبح به وسیله‌ی دستگاه مولتی پارامتر (مدل WTW، آلمان) و با دقت ۰/۰۱ اندازه گیری و ثبت گردید. در طول دوره آزمایش میانگین دمای آب ۰/۳۱ ±۲۷/۶۲ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۰/۱۱ ±۶/۵۴ میلی‌گرم بر لیتر، شوری آب ۱/۰۴± ۲۹/۱۱ و pH در حدود ۸ - ۷ برای هر تیمار حفظ شد. دوره نوری در داخل سالن‌های پرورش از طریق استفاده از لامپ‌های فلور سنت به صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی تنظیم گردید.

۳.۲. اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و ترکیب بدن

درابتدا و انتهای دوره، زیست سنجی تمامی میگوهای باقیمانده در هر مخزن انجام شد (وزن با ترازو به دقت ۰/۰۱ گرم و طول با کولیس به دقت ۰/۰۱ سانتی متر). در ابتدای دوره و قبل از ذخیره‌سازی ۳۰ عدد میگو زیست‌سنجی شدند. جهت کاهش میزان استرس، ۲۴ساعت قبل از زیست‌سنجی غذادهی قطع شد. عملیات

زیست‌سنجی شامل اندازه‌گیری طول حدقه‌ای، طول کاراپاس، طول کل میگوها (از ابتدای روستروم تا انتهای بدن) و نیز اندازه‌گیری وزن تر میگوها بود. در هنگام توزین میگوها به‌منظور جلوگیری از بروز خطای اندازه‌گیری سطح بدن میگوها توسط یک تکه پارچه، خشک و سپس وزن شدند. همچنین جهت بررسی عملکرد مکمل تجاری بایوترونیک بر شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه‌ای در میگوهای پاسفید آزمایشی از فرمول‌های زیر استفاده گردید (Montero *et al.*, 2008).

وزن اولیه بدن (گرم) - وزن نهایی بدن (گرم) = افزایش وزن (گرم)

کل روزهای پرورش/ ۱۰۰ × (وزن اولیه ln – وزن نهایی ln) = نرخ رشد مخصوص

۱۰۰ × (تعداد میگو ابتدای دوره/تعداد میگو انتهای دوره) = درصد بازماندگی

افزایش وزن (گرم) / غذای مصرف‌شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی

پروتئین مصرف‌شده (گرم) / افزایش وزن (گرم) = نسبت بازده پروتئین

طول کل بدن $(cm)^3$ / ۱۰۰ × وزن بدن (گرم) = ضریب چاقی

وزن غذای مصرفی (گرم)/ ۱۰۰ × افزایش وزن بدن (گرم) = کارایی غذایی

تعداد میگو در هر مخزن / کل وزن غذای خورده شده (گرم) = کل غذای مصرف‌شده

طول اولیه بدن (cm) - طول نهایی بدن (cm) = افزایش طول بدن (cm)

طول اولیه کاراپاس (cm) - طول نهایی کاراپاس (cm) = افزایش طول کاراپاس (cm)

طول اولیه حدقه‌ای (cm) - طول نهایی حدقه‌ای (cm) = افزایش طول حدقه‌ای (cm)

جهت بررسی ترکیب بیوشیمیایی بدن، نمونه‌برداری در ابتدا و انتهای آزمایش انجام گرفت. میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر جیره غذایی پایه و بدن میگوهای پاسفید به روش استاندارد جزء به جزء AOAC (۲۰۰۰) مورد سنجش قرار گرفت. برای تعیین میزان رطوبت، نمونه موردنظر توزین شد و در داخل پتری دیش قرار داده شد و سپس در داخل آون در دمای ۱۰۵°C درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از ۲۴ ساعت پتری دیش‌ها از آون خارج شد و دوباره وزن شدند. با محاسبه اختلاف وزن به‌دست‌آمده درصد رطوبت مشخص گردید. میزان خاکستر نمونه‌ها با سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰°C درجه سانتیگراد و به مدت ۵ ساعت اندازه‌گیری شد. پروتئین کل با استفاده از دستگاه کجلدال اتوماتیک با ضرب میزان نیتروژن در عدد ۶/۲۵ محاسبه شد. همچنین چربی کل جیره‌های آزمایشی و بچه میگوهای پاسفید نیز با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد.

۴.۲. تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) استفاده شد. وجود تفاوت معنی‌دار در داده‌های به‌دست‌آمده در سطح احتمال ($P \leq ۰/۰۵$) درنظر گرفته شد. در صورت مشاهده تفاوت معنی‌دار در مقایسه میانگین‌ها از پس آزمون دانکن

(Duncan Post Hoc multiple range test) استفاده شد.

۳. نتایج

نتایج حاصل از بررسی اثرات سطوح مختلف بایوترونیک تاپ ۳ بر شاخص‌های رشد و بازماندگی میگوهای پاسفید آزمایشی در انتهای دوره آزمایشی در جدول ۱ آمده است. در پایان دوره آزمایشی، اختلاف معنی‌داری در میزان افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و درصد بازماندگی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید (P<۰/۰۵). بیشترین و کمترین میزان افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه به ترتیب در تیمار ۴ و ۱ (شاهد) مشاهده شد. همچنین بیشترین درصد بازماندگی در تیمار ۴ مشاهده گردید. هر چند که بین تیمار ۴ و ۳ اختلاف معنی‌داری در درصد بازماندگی میگوها گزارش نشد. کمترین درصد بازماندگی میگوهای تغذیه شده با سطوح مختلف بایوترونیک تاپ ۳ در تیمار ۱ مشاهده شد. هر چندکه در این شاخص بین تیمارهای ۱، ۲ و ۵ اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (P>۰/۰۵).

جدول ۱- نتایج تاثیر سطوح مختلف بایوترونیک تاپ ۳ بر شاخص‌های رشد و بازماندگی میگوهای پاسفید (*Litopenaeus vannamei*، میانگین± خطای استاندارد، n=۳)

تیمارهای آزمایش	شاخص‌ها		
	افزایش وزن بدن (گرم میگو)	نرخ رشد ویژه (٪)	بازماندگی (٪)
تیمار ۱ (شاهد)	۶/۸۶ ± ۰/۸۶ ^{d}	۲/۷۶ ± ۰/۱۱ ^{c}	۸۱/۷۵ ± ۱/۹۲ ^{b}
تیمار ۲ (۰/۵ g/kg)	۷/۹۶ ± ۰/۶۷ ^{cd}	۳/۲۴ ± ۰/۰۸ ^{b}	۸۵/۴۵ ± ۲/۶۴ ^{b}
تیمار ۳ (۱ g/kg)	۱۰/۰۸ ± ۱/۰۱ ^{b}	۳/۶۱ ± ۰/۰۹ ^{ab}	۹۲/۲۱ ± ۲/۸۲ ^{a}
تیمار ۴ (۲ g/kg)	۱۱/۹۳ ± ۰/۸۷ ^{a}	۳/۸۷ ± ۰/۰۸ ^{a}	۹۵/۶۷ ± ۲/۵۰ ^{a}
تیمار ۵ (۴ g/kg)	۸/۴۱ ± ۱/۰۰ ^{c}	۳/۳۲ ± ۰/۱۰۰ ^{b}	۸۲/۹۵ ± ۱/۹۸ ^{b}

-حروف انگلیسی متفاوت در بالای اعداد در هر ستون نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی (P<۰/۰۵) است.

در پایان دوره آزمایشی، اختلاف معنی‌داری در میزان ضریب تبدیل غذایی، نرخ بازده پروتئین و کارایی غذایی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید (P<۰/۰۵، جدول ۲). بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۱ (شاهد) و کمترین آن در تیمار ۴ مشاهده شد. هرچند که اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۴ و ۳ مشاهده نگردید. همچنین بیشترین نرخ بازده پروتئین در تیمار ۴ و کمترین در تیمار ۱ ثبت گردید و در مورد کارایی غذایی نیز روند مشابه نرخ بازده پروتئین بود بطوریکه، بیشترین میزان آن در تیمار ۴ و کمترین در تیمار ۱ مشاهده شد. در میزان غذای دریافتی هر میگو اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

نتایج حاصل از بررسی اثرات سطوح مختلف بایوترونیک تاپ ۳ بر شاخص‌های مورفومتریک و وضعیت میگوهای پاسفید آزمایشی در انتهای دوره آزمایشی در جدول ۳ آمده است. در پایان دوره آزمایشی، اختلاف معنی‌داری در میزان ضریب چاقی، افزایش طول کل، طول کاراپاس و طول حدقه‌ای بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید (P<۰/۰۵). بیشترین میزان ضریب چاقی در تیمار ۲ مشاهده گردید. همچنین بیشترین و کمترین میزان افزایش طول کل، افزایش طول کاراپاس و طول حدقه‌ای به ترتیب در تیمار ۴ و ۱ ثبت گردید. هر چند که اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۴ و تیمار ۳ در این شاخص‌های مورفومتریک مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

جدول۲- نتایج تاثیر سطوح مختلف بایوترونیک تاپ ۳ بر شاخص‌های تغذیه ای میگوهای پاسفید (*Litopenaeus vannamei*، میانگین± خطای استاندارد، n=۳)

تیمارهای آزمایش	شاخص‌ها			
	ضریب تبدیل غذایی (FCR)	نرخ بازده پروتئین (گرم) (PER)	کارایی غذایی (%FER)	کل غذای دریافتی (گرم) (TFI)
تیمار ۱ (شاهد)	۲/۹۰ ± ۰/۸۷ ^{c}	۰/۷۴ ± ۰/۰۲ ^{c}	۳۴/۴۳ ± ۲/۱۴ ^{c}	۱۹/۹۰ ± ۱/۰۸
تیمار ۲ (۰/۵ g/kg)	۲/۴۷ ± ۰/۵۸ ^{b}	۰/۹۶ ± ۰/۰۴ ^{bc}	۴۰/۴۸ ± ۳/۷۵ ^{b}	۱۹/۶۶ ± ۱/۰۷
تیمار ۳ (۱ g/kg)	۱/۹۴ ± ۰/۷۱ ^{ab}	۱/۲۳ ± ۰/۰۹ ^{ab}	۵۱/۵۴ ± ۴/۲۱ ^{ab}	۱۹/۵۵ ± ۱/۲۱
تیمار ۴ (۲ g/kg)	۱/۵۱ ± ۰/۳۶ ^{a}	۱/۵۸ ± ۰/۰۷ ^{a}	۶۶/۲۲ ± ۴/۸۵ ^{a}	۱۸/۰۱ ± ۱/۴۳
تیمار ۵ (۴ g/kg)	۲/۳۹ ± ۰/۴۲ ^{b}	۱/۰۰ ± ۰/۱۱ ^{b}	۴۱/۸۴ ± ۲/۴۴ ^{b}	۲۰/۰۱ ± ۰/۹۷

--حروف انگلیسی متفاوت در بالای اعداد در هر ستون نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی (P<۰/۰۵) است.

جدول ۳- نتایج تاثیر سطوح مختلف بایوترونیک تاپ ۳ بر شاخص‌های مورفومتریک میگوهای پاسفید (*Litopenaeus vannamei*، میانگین± خطای استاندارد، n=۳)

تیمارهای آزمایش	شاخص‌ها			
	ضریب چاقی (٪)	افزایش طول کل (cm)	افزایش طول کاراپاس (cm)	افزایش طول حدقه ای (cm)
تیمار ۱ (شاهد)	۶/۷۴ ± ۰/۹۵ ^{a}	۴/۴۳ ± ۰/۱۳ ^{b}	۱/۸۲ ± ۰/۱۰ ^{b}	۰/۳۵ ± ۰/۰۲ ^{b}
تیمار ۲ (۰/۵ g/kg)	۷/۰۲ ± ۰/۷۶ ^{a}	۴/۸۴ ± ۰/۰۹ ^{b}	۲/۰۲ ± ۰/۰۹ ^{ab}	۰/۴۰ ± ۰/۰۱ ^{ab}
تیمار ۳ (۱ g/kg)	۵/۷۹ ± ۰/۸۰ ^{b}	۵/۵۷ ± ۰/۰۹ ^{a}	۲/۲۴ ± ۰/۰۸ ^{a}	۰/۵۵ ± ۰/۰۴ ^{a}
تیمار ۴ (۲ g/kg)	۵/۹۳ ± ۱/۰۴ ^{b}	۵/۸۶ ± ۰/۱۰ ^{a}	۲/۳۰ ± ۰/۰۹ ^{a}	۰/۶۳ ± ۰/۰۳ ^{a}
تیمار ۵ (۴ g/kg)	۵/۶۲ ± ۱/۰۰ ^{b}	۵/۳۱ ± ۰/۰۹ ^{ab}	۲/۱۲ ± ۰/۱۱ ^{ab}	۰/۳۹ ± ۰/۰۴ ^{ab}

-حروف انگلیسی متفاوت در بالای اعداد در هر ستون نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی (P<۰/۰۵) است.

در پایان دوره آزمایشی، اختلاف معنی‌داری در میزان درصد پروتئین، چربی و رطوبت بدن بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید (P<۰/۰۵، جدول ۴). در حالیکه اختلاف معنی‌داری در میزان درصد خاکستر بدن بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). بیشترین محتوای پروتئین در تیمارهای حاوی مکمل در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده گردید. بیشترین و کمترین در صد محتوای چربی بدن بترتیب در تیمار ۴ و ۱ ثبت شد. بررسی اثرات سطوح مختلف مکمل نشان داد که در صد رطوبت بدن در تمام میگوهای تغذیه شده با مکمل کمتر از تیمار شاهد بود. بیشترین میزان رطوبت در تیمار ۱ مشاهده گردید.

جدول ۴- نتایج تاثیر سطوح مختلف بایوترونیک تاپ ۳ بر ترکیبات بیوشیمیایی بدن (وزن تر) میگوهای پاسفید (*Litopenaeus vannamei*، میانگین± خطای استاندارد، n=۳)

تیمارهای آزمایش	شاخص‌ها			
	پروتئین(٪)	چربی(٪)	رطوبت(٪)	خاکستر(٪)
تیمار ۱ (شاهد)	۲۷/۳۶ ± ۱/۰۶ ^{b}	۲/۱۶ ± ۰/۱۴ ^{c}	۶۶/۳۰ ± ۲/۴۱ ^{a}	۲/۴۷ ± ۰/۴۲
تیمار ۲ (۰/۵ g/kg)	۳۰/۰۳ ± ۱/۷۲ ^{a}	۳/۰۷ ± ۰/۰۹ ^{b}	۶۳/۳۸ ± ۳/۰۱ ^{ab}	۲/۲۰ ± ۰/۲۸
تیمار ۳ (۱ g/kg)	۲۹/۱۴ ± ۱/۱۴ ^{a}	۳/۰۸ ± ۰/۱۱ ^{b}	۶۳/۸۳ ± ۱/۷۱ ^{ab}	۲/۶۸ ± ۰/۵۰
تیمار ۴ (۲ g/kg)	۳۱/۳۲ ± ۱/۷۸ ^{a}	۳/۵۸ ± ۰/۱۱ ^{a}	۶۱/۱۲ ± ۲/۴۵ ^{b}	۲/۴۶ ± ۰/۴۳
تیمار ۵ (۴ g/kg)	۲۹/۸۴ ± ۱/۱۹ ^{a}	۳/۲۰ ± ۰/۱۰ ^{b}	۶۳/۱۶ ± ۲/۳۳ ^{ab}	۲/۸۲ ± ۰/۳۸

-حروف انگلیسی متفاوت در بالای اعداد در هر ستون نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی (P<۰/۰۵) است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

طبق آمار منتشر شده از سوی سازمان خواربار جهانی با توجه به رشد روزافزون تقاضا برای فرآورده‌های دریایی، تخمین زده می شود که تا سال ۲۰۲۰ میلادی نزدیک به نیمی از محصولات دریایی بایستی از طریق تکثیر و پرورش تولید گردد (FAO, 2014). کسب اطلاعات در خصوص تغذیه‌ی مطلوب در ماهیان برای پرورش‌دهندگان بسیار مهم می‌باشد. محرک‌های رشد با تحریک سیستم فیزیولوژیک و الگوهای متابولیکی بدن می‌تواند بر میزان تولید و بهره برداری محصولات شیلاتی موثر باشند، مادامی که شاخص‌های تولید و میزان درآمدزایی در بخش صنعتی را افزایش دهد. علی رغم فقدان مطالعات منتشر شده معتبر در خصوص مکمل بایوترونیک و تاثیر آن بر میزان تولید میگوهای پرورشی تغذیه شده و درنتیجه دوز موثر آن براساس شرایط موجود برای گونه و درمنطقه، در حال حاضر از مکمل بایوترونیک تاپ ۳ برای پرورش میگو پاسفید بصورت گسترده در سطح مزارع استفاده می‌شود.

براساس نتایج مطالعه حاضر، میگوهای تغذیه شده با مکمل غذایی بایوترونیک تاپ ۳ بطور معنی‌داری رشد بیشتری نسبت به میگوهای تغذیه شده از تیمار شاهد داشتند. بطوریکه افزایش وزن بدن میگوها در تیمار ۴ حاوی ۲ گرم در کیلوگرم مکمل بایوترونیک رشدی معادل ۷۳/۹ درصدی نسبت به تیمار بدون مکمل داشت. از طرف دیگر افزایش سطح مکمل بایوترونیک تا سطح ۲ گرم در کیلوگرم جیره غذایی باعث افزایش وزن بدن در گونه مورد مطالعه گردید و در تیمار ۴ گرم در کیلوگرم کاهش میزان افزایش وزن بدن میگو ثبت شد. همچنین میگوهای تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی مکمل بایوترونیک تاپ ۳ بطور معنی‌داری بهبود شاخص‌های مورفومتریک را در مقایسه با میگوهای تغذیه شده از جیره غذایی بدون مکمل نشان دادند. بطوریکه بیشترین افزایش طول بدن، طول کاراپاس و طول حدقه ای در تیمار حاوی ۲ گرم در کیلوگرم مکمل بایوترونیک ثبت گردید. استفاده از مکمل بابوترونیک تاپ ۳ بدلیل ترکیب اسیدهای پروپیونیک، فرمیک و لاکتیک در کنار سینامآلدهید و پرمی ابیلایزینگ، کمپلکسی با اثرات سینرژتیک را ایجاد کرده است که با تاثیر بر محتوای pH، مهار رشد باکتری‌ها و افزایش میزان جذب بر شاخص‌های تغذیه‌ای و رشد موثر است.

در گونه‌های پرورشی، اسیدهای آلی اثرات مفید در جذب مواد معدنی (Hossain *et al.*, 2007; Khajepour and Hosseini, 2012)، هضم پذیری مواد مغذی (Morken *et al.*, 2011) و بهبود شاخص‌های رشد

(Kuvin-Aralar *et al.*, 2011) دارند. در طی مراحل مختلف تغذیه، غلظت اسیدهیدروکلریک سیستم گوارش کاهش و در نتیجه pH لوله گوارش افزایش می‌یابد. این افزایش دارای اثرات منفی بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی از جمله پپسین و ترشح آنزیم‌های پانکراسی دارد. نتیجه کاهش فعالیت و ترشح آنزیمی، کاهش در قابلیت هضم مواد مغذی جیره غذایی است (Castillo *et al.*,2014). Hosseini Shekarabi و همکاران (۲۰۱۹) گزارش نمودند که سطوح مختلف اسید آلی بایوترونیک تاپ ۳ در جیره‌های غذایی ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) اثرات معنی‌داری در اکثر شاخص‌های رشد این گونه دارد. بیشترین وزن مربوط به تیمار ۰/۳ درصد بایوترونیک تاپ ۳ با ۲۸/۵۷ درصد افزایش وزن نسبت به تیمار شاهد ثبت گردید. Hadidi و Taati (۲۰۱۶) نیز نشان دادند که با افزایش سطوح مکمل اسیدی فایر در جیره غذایی بچه ماهیان اسکار (*Astronotus ocellatus*)، شاخص‌های رشد افزایش می‌یابند. آنها عنوان نمودند که اسیدهای آلی با حفظ pH مناسب دستگاه گوارش سبب بهبود اثر آنزیم‌ها بر مواد غذایی و فراهم شدن غذای بیشتر برای حیوانات پرور شی می‌شوند. گزارش‌های مختلفی از تاثیر مکمل‌های اسیدهای آلی بر شاخص‌های تولید در صنعت آبزی پروری ارائه شده است. برخی از مطالعات کاهش میزان مصرف جیره غذایی را نشان داده‌اند (Ng and Koh, 2016). هر چند که در مطالعه Pandey و Satoh (۲۰۰۸) وجود رابطه معنی‌دار بین مکمل اسیدهای آلی و بهبود میزان جذب فسفر و نیتروژن مشاهده گردید. در این مطالعه استفاده از محرک اسیدی بر رشد تاثیر معنی‌داری نداشت. اسید سیتریک در مطالعه Hernandez و همکاران بطور معنی‌داری بر شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*) موثر بوده است. Gao و همکاران (۲۰۱۱) نیز در مطالعه خود روی اسیدهای آلی عدم تاثیر آنرا بر رشد بیان نمودند و تنها اثرات تغذیه ای آن بر گونه مورد مطالعه بخصوص در ضریب تبدیل غذایی را گزارش نمودند. هر چند که نوع گونه، طول دوره آزمایش و نرخ رشد ویژه می‌تواند در بروز تغییرات ضریب تبدیل غذایی در شاخص‌های رشد موثر باشد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میگوهای تغذیه شده با سطح ۲ گرم در کیلوگرم مکمل غذایی بایوترونیک تاپ ۳ بیشترین درصد بازماندگی را در بین سایر تیمارها داشتند. هر چند که بین تیمار ۲ و ۱ گرم در کیلوگرم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. سینامآلدهید و مشتقات آن دارای اثرات آنتی بیوتیکی هستند (Li *et al.*, 2015). در نتیجه افزودن این ترکیب در جیره غذای لارو ماهی توربوت (*Lota lota*) باعث کاهش میزان مرگ و میر و درنتیجه افزایش درصد بازماندگی شده است (Natrah *et al.*, 2012). در مطالعه انجام شده بر شاخص‌های ایمنی میگوی پاسفید با تغذیه از سطوح مختلف بایوترونیک تاپ ۳، اثرات مثبت تغذیه میگو با سطوح مختلف مکمل نسبت به گروه شاهد بر سیستم ایمنی و همورال گزارش گردید (Keyshams, 2020). همچنین عنوان شد که مکمل بایوترونیک با تحریک سیستم ایمنی غیر اختصاصی مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا و استرس‌زا را در میگوی پا سفید افزایش می‌دهد. در نتیجه می‌توان انتظار داشت که درصد بازماندگی در میگوهای تغذیه شده با مکمل بایوترونیک نسبت به میگوهای تیمار شاهد بهبود یابد. دو مکانیسم اصلی برای تحریک سیستم ایمنی ارائه شده است: کاهش pH که باعث کاهش رشد باکتریایی می‌گردد (Riemensperger *et al.*, 2012). همچنین عبور اسیدهای آلی پیش از یونیزه شدن به H^+ و $HCOO^-$ از غشای باکتری؛ در نتیجه مکمل غذایی بایوترونیک تاپ ۳ با داشتن اثرات ضدباکتریایی بر انواع مختلف پاتوژن‌های اکوسیستم‌های آبی، می‌تواند بطور معنی‌داری میزان بازماندگی را در ماهیان بهبود بخشد (Menanteau-Ledouble *et al.*, 2017).

پایین بودن ضریب تبدیل غذا از عوامل اقتصادی در پرورش آبزیان است. زیرا علاوه بر کاهش هزینه‌های غذا و غذادهی به مقدار کم تر، از آلودگی ثانویه‌ی آب محیط

پرورش و به طبع آن کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری می‌نماید (Falahatkar *et al.*, 2006). در مطالعه حاضر سطوح مختلف بایوترونیک تاپ ۳ باعث بهبود شاخص‌های تغذیه ای در میگوهای پا سفید در مقایسه با تیمار شاهد شدند. بطوریکه بهترین ضریب تبدیل غذایی، نرخ بازده پروتئین و کارایی غذا در تیمار حاوی ۲ گرم بر کیلوگرم مکمل بایوترونیک تاپ ۳ ثبت گردید. جیره‌های غذایی حاوی مکمل در این آزمایش همانند جیره غذایی فاقد مکمل توسط میگو مصرف شدند و بنظر نمی‌رسد که مکمل بایوترونیک تاپ ۳ میزان اشتها را بطور کلی در میگوهای آزمایشی کاهش داده باشد.

اسیدهای آلی و نمک‌های آن بر شاخص‌های رشد آبزیان موثر هستند، به عبارت دیگر افزودن اسیدهای آلی منجر به افزایش قابلیت هضم و بهبود کیفیت پرزهای روده و در نتیجه بهبود کارایی غذا و شاخص‌های رشد، می‌گردد (Christiansen and Lukstadt., 2008). اسیدهای آلی با حفظ pH مناسب دستگاه گوارش سبب بهبود اثر آنزیم‌ها بر مواد غذایی و فراهم شدن غذای بیشتر برای حیوانات پرورشی می‌شوند (Eidelsburger, 1997). نتایج تحقیق Mohammadi و Manouchehri (۲۰۱۷) نشان دادند که افزودن اسیدی فایر (بایوترونیک اس. ای. فورت)، به جیره غذایی بدون تأثیر منفی بر میزان دریافت غذا سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی و در نتیجه عملکرد بهتر رشد در بچه ماهیان بارب حلب (*Barbus Schwenfeldi*) نسبت به تیمار شاهد (عاری از اسیدی فایر) گشت. افزودن سطوح مختلف اسید آلی بایوترونیک تاپ ۳ در جیره‌های مختلف آزمایشی ماهیان کپور معمولی پرورشی اثر معنی‌داری بر شاخص‌های تغذیه ای داشت. کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۰/۳ درصد بایوترونیک و بیشترین FCR در تیمار شاهد مشاهده شد (Hosseini Shekarabi *et al.*, 2019). Hadidi و Taati (۲۰۱۶) عنوان نمودند که ماهیان تغذیه شده با مکمل اسیدی فایر کارایی تغذیه‌ای مطلوبتری نسبت به ماهیان تغذیه شده از جیره غذایی شاهد داشتند. ضریب تبدیل غذایی در تیماری که بالاترین دوز اسیدفایر در آن استفاده شده بود نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی، وضعیت بهتری را نشان داد. اما اختلاف معنی‌دار آماری در این خصوص مشاهده نگردید.

اسیدهای آلی سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی، اشتها و ایجاد تعادل میکروبی در روده میزبان می‌گردند (Irianto and Austin, 2002). Hosseini Shekarabi و همکاران (۲۰۱۹) عنوان نمودند که ترکیب متعادل اسیدهای آلی نسبت به استفاده از هر کدام از اسید آلی به تنهایی، اثرات بهتری داشته است. بطوریکه ترکیب تجاری بایوترونیک تاپ ۳ با بهبود pH دستگاه گوارش سبب افزایش جمعیت میکروفلور مفید روده میزبان شده و باعث بهبود عملکرد تغذیه ای، هضم و جذب مواد مغذی و در نهایت افزایش عملکرد رشد می‌گردد (Riemensperger *et al.*, 2012). Menanteau-Ledouble و همکاران (۲۰۱۷) عنوان نمودند که تفاوت معنی‌داری در تاثیر جیره ی غذایی حاوی مکمل بایوترونیک تاپ ۳ و جیره غذایی فاقد مکمل بر ضریب تبدیل غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان مشاهده نگردید. بنظر می‌رسد عدم تاثیر مکمل بر شاخص‌های تغذیه ای در مطالعه مذکور صرفه نظر از تفاوت در نوع گونه، جیره غذایی و شرایط آزمایش، به سطح استفاده از مکمل در جیره غذایی نیز مرتبط است. چرا که این مطالعه تنها شامل دو جیره غذایی شاهد بدون مکمل و جیره غذایی حاوی مکمل با دوز ۰/۸ گرم در کیلوگرم بود. هر چند که بهبود جزئی در ضریب تبدیل غذایی و میانگین افزایش وزن بدن را گزارش کرده‌اند. Hernandez و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که اسید سیتریک بعنوان یک اسید آلی می‌تواند باعث بهبود شاخص‌های تغذیه ای و کارایی غذا در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان شود. افزودن مکمل اسید آلی در جیره غذایی خوک هم باعث بهبود تغذیه و درنتیجه افزایش رشد گردید (Riemensperger *et al.*, 2012). اثرات مثبت اسیدهای آلی بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی و درنتیجه افزایش قابلیت هضم پروتئینی تحت تاثیر کاهش pH گزارش شده است (Thaela *et al.*, 1998). تبدیل پپسینوژن به پپسین در pH ۲ به سرعت اتفاق می‌افتد در

حالیکه در pH ۵ تا ۶ کاهش می‌یابد. بعبارت دیگر بهترین عملکرد آنزیم پپسین در محیط اسیدی با pH بین ۲ تا ۳/۵ اتفاق می‌افتد و میزان فعالیت آنزیم پپسین با افزایش pH به سرعت کاهش می یابد (Zhao *et al.*, 2011). همچنین اسیدهای آلی علاوه بر اثر گذاری بر میزان pH در دستگاه گوارش بر ثبات pH نیز موثر هستند که این عامل بر ثبات فعالیت مناسب آنزیم‌های گوارشی در ماهیان نیز موثر ا ست (Marquez *et al.*, 2012). از طرف دیگر اسید های آلی باعث افزایش فعالیت آنزیم های گوارشی روده از جمله لوسین آمینوپپتیداز و فسفاتاز می‌شوند. اسیدهای آلی، محرک آنزیم‌های گوارشی و مسئول بهبود قابلیت جذب مواد مغذی و معدنی در ماهیان هستند (Castillo *et al.*, 2014).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد اثرات سطوح مختلف بایوترونیک تاپ ۳ بر ترکیبات بیو شیمیایی بدن میگوهای پاسفید آزمایشی در انتهای دوره آزمایشی اختلاف معنی‌داری در میزان در صد پروتئین، چربی و رطوبت بدن بین تیمارهای آزمایشی داشت. همچنین در تیمار ۴ بطور معنی‌داری بیشترین محتوای چربی خام بدن ثبت شد. نتایج مشابهی نیز در ماهی بارب حلب (Mohammadi and Manouchehri, 2017) و کپور معمولی پرورشی (Hosseini Shekarabi *et al.*, 2019) گزارش گرد ید. تفاوت ترکیبات بیوشیمیایی بدن به عواملی از قبیل سن، گونه، شرایط محیطی و حتی فصول مختلف سال بستگی دارد. اما بدون شک اختلاف اصلی در ترکیب بیوشیمیایی بدن را با ید در ارتباط با غذای دریافتی یا تغذیه آبزی دانست. Hosseini Shekarabi و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که ماهیان تغذیه شده با سطح ۰/۳ درصد بایوترونیک تاپ ۳ بالاترین مقدار پروتئین خام را داشتند که احتمالاً به دلیل افزایش کارایی هضم و تثبیت پروتئین در این تیمار ا ست. بنظر می‌ر سد مکمل غذایی بایوترونیک تاپ ۳ با تاثیر بر افزایش میزان هضم و جذب مواد مغذی باعث افزایش میزان ترکیبات بیو شیمیایی جذب شده، میزان ر سوب پروتئین و چربی در بدن میگوهای تغذیه شده با تیمارهای حاوی مکمل شده است.

با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر، اضافه نمودن مکمل بایوترونیک تاپ ۳ به جیره غذایی میگوی پا سفید در یک دوره تغذیه ای ۶۴ روزه، باعث افزایش وزن و طول بدن، نرخ ر شد ویژه و در صد بازماندگی در تیمار ۴ حاوی ۲ گرم در کیلوگرم مکمل گردید. همچنین افزودن مکمل منجر به بهبود ضریب تبدیل غذایی، نرخ بازده پروتئین و کارایی غذایی در مقایسه با تیمار شاهد شد. بهترین شاخص‌های تغذیه در میگوهای تغذیه شده با تیمار حاوی ۲ گرم بر کیلوگرم مکمل بایوترونیک تاپ ۳ مشاهده گردید. همچنین محتوای پروتئین خام، چربی خام و رطوبت بدن میگو نیز تحت تاثیر معنی‌دار مکمل بایوترونیک قرار گرفت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بایوترونیک تاپ ۳ بعنوان مکمل غذایی در جیره غذایی میگوی پاسفید دارای اثرات مثبت بر شاخص‌های رشد، تغذیه، ترکیبات بیوشیمیایی بدن و درصد بازماندگی ا ست. درنتیجه برا ساس شرایط مدیریتی در این تحقیق، افزودن ۲ گرم در کیلوگرم مکمل بایوترونیک تاپ ۳ را می‌توان بعنوان بهترین میزان در جیره غذایی میگوهای پا سفید (*L. vannamei*) پیشنهاد نمود.

۵. منابع

References

AOAC, 2000. Official methods of analysis of AOAC international, (17th ed.), Gaithersburg, MD, USA. pp. 331-337.

Castillo, S., Rosales, M., Pohlenz, C., Gatlin III, D.M., 2014. Effects of organic acids on growth performance and digestive enzyme activities of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture* 433(1-4), 6-12.

Celik, K.; Ersoy, I.E.; Uzatici, A., Erturk, M., 2003. The using of organic acids in California turkey chicks and its effects on performance before pasturing. *International Journal of Poultry Science* 2 (6), 446 – 448.

Chistiansen, R., Luckstadt, C., 2008. Effects of different dosages of potassium diformate in fishmeal on the performance of Atlantic Salmon (*Salmo Salar*), Abstract CD-ROM, world Aquaculture Society,19-23 may, Busan, Korea.

Cuvin-Aralar, M.A., Luckstadt, C., Schroeder, K., Kuhlmann, K., 2011. Effect of dietary organic acid salts, potassium diformate and sodium diformate on the growth performance of male Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Bulletin of Fish Biology* 13(-), 33-40.

Eidelsburger, U., 1997. Optimierung der Futterqualitat ist nur ein Teilaspekt. In: Schweinewelt, Nr. Januar, p. 18-21. Ellis, A.E. (1990) Lysozyme assay. In: Techniques in Fish Immunology. Stolen, J.S., Fletcher, D.P., Anderson, B.S., Robertson, B.S. (eds.). SOS Publication, Fair Haven, NJ. p. 101-103.

Falahatkar, B., Soltani, M., Abtahi, B., Kalbasi, M.R., Porkazemi, M., Yasemi, M., 2006. Effect of vitamin C on some growth parameters, survival rate and liver index in *Huso huso*. *Animal Science Journal* 72(-), 98-103.

FAO, 2104. The state of world fisheries and aquaculture opportunities and challenges. Food and agriculture organization of the united nations, Rome, 223 pp.

Gao, Y., Storebakken, T., Shearer, K.D., Penn, M., Øverland, M., 2011. Supplementation of fishmeal and plant protein-based diets for rainbow trout with a mixture of sodium formate and butyrate. *Aquaculture* 311 (1-4), 233–240.

Hadidi, S., Taati, R., 2016. Effect of different levels of dietary Biotronic™ as acidifier supplement on feed efficiency and some hematological and immune parameters of tiger Oscar (*Astronotus ocellatus*). *Iranian Veterinary Journal* 12(3), 32-41. (in Persian)

Hossain, M.A., Pandey, A., Satoh, S., 2007. Effects of organic acids on growth and phosphorus utilization in red sea bream *Pagrus major*. *Fisheries Science* 73, 1309-1317.

Hosseini Shekarabi, S., Seyedalikhani, S., Shamsaie Mehrgan, M., Seyedalhosseini, S., Manouchehri, H., 2019. Effect of different levels of organic acids mixture on some growth parameters and carcass composition of common carp (*Cyprinus carpio*) juveniles. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 28 (4), 35-43. (in Persian)

Hernandez, A.J., Satoh, S., Kiron, V., 2012. Supplementation of citric acid and amino acid chelated trace elements in low-fish meal diet for rainbow trout affect growth and phosphorus utilization. *Journal of World Aquaculture Society* 43 (5), 688–696.

Irianto, A., Austin, B., 2002. Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Fish Diseases* 25 (6), 333-342.

Keyshams, P., 2020. Effects of different levels of Biotronic® Top3 supplementation on immunity and hemolymph serum parameters of *Litopenaeus vannamei*. Master Thesis. Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology, 65 p. (in Persian)

Khajepour, F., Hosseini, S.A., 2012. Citric acid improves growth performance and phosphorus digestibility in Beluga (*Huso huso*) fed diets where soybean meal partly replaced fish meal. *Animal Feed Science and Technology* 171 (1), 68-73.

Li, X., Sheng, J., Huang, G., Ma, R., Yin, F., Song, D., Zhao, C., Ma, S., 2015. Design, synthesis and antibacterial activity of cinnamaldehyde derivatives as inhibitors of the bacterial cell division protein FtsZ. *European Journal of Medicinal Chemistry* 97, 32-41.

Lim C., Klesius P.H., Li M.H., Robinson E.H., 2000. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. *Aquaculture* 185 (3-4), 313-327.

Luckstadt, C., 2008. The use of acidifiers in fish nutrition. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 3(044), 1- 8.

Mohammadi, H., Manouchehri, H., 2017. The effect of using different levels of acidifier (Biotronic S. E. Forte) on growth performance, survival rate and body composition of Barb (*Tinfoil barb*). *Breeding and Aquaculture Sciences Journal* 4(12), 55-68. (in Persian)

Montero, D., Grasso, V., Izquierdo, M., Ganga, R., Real, F., Tort, L., Caballero, M., Acosta, F., 2008. Total substitution of fish oil by vegetable oils in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: effects on hepatic Mx expression and some immune parameters. *Fish & Shellfish Immunology* 24 (2), 147- 155.

Marquez, L., Robles, R., Morales, G., Moyano, F., 2012. Gut pH as a limiting factor for digestive proteolysis in cultured juveniles of the gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Fish Physiology and Biochemistry* 38, 859-869

Menanteau-Ledoublea, S., Kraussa, I., Alexandre Goncalvesb, R., Weberc, B., Abreu Santosb, G., El-Matboulia, M., 2017. Antimicrobial effect of the Biotronic® Top3 supplement and efficacy in protecting rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from infection by *Aeromonas salmonicida* subsp. Salmonicida, *Research in Veterinary Science* 114 (2), 95–100.

Morken, T., Kraugerud, O.F., Barrows, F.T., Sorensen, M., Storebakken, T., Overland, M., 2011. Sodium diformate and extrusion temperature affect nutrient digestibility and physical quality of diets with fish meal and barley protein concentrate for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 317 (1-4), 138-145.

Ng, W.K., Koh, C.B., 2016, The utilization and mode of action of organic acids in the feeds of cultured aquatic animals. *Reviews in Aquaculture* 9 (4), 342–368.

Ng, W.K., Koh, C.B., Sudesh, K., Siti-Zahrah, A., 2009. Effects of dietary organic acids on growth, nutrient digestibility and gut microflora of red hybrid tilapia *Oreochromis* sp., and subsequent survival during a challenge test with *Streptococcus agalactiae*. *Aquaculture research* 40 (13), 1490-1500.

Natrah, F.M.I., Alam, M.I., Pawar, S., Harzevili, A.S., Nevejan, N., Boon, N., Sorgeloos, P., Bossier, P., Defoirdt, T., 2012. The impact of quorum sensing on the virulence of *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas salmonicida* towards burbot (*Lota lota* L.) larvae. *Veterinary Microbiology* 159 (1-2), 77–82.

Pandey, A., Satoh, S., 2008. Effects of organic acids on growth and phosphorus utilization in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Fisheries Science* 74 (-), 867–874.

Riemensperger, A.V., Bachinger, D., Schaumberger, S., Urbaityte, R., Pasteiner, S., 2012. The effect of an organic acid blend, cinnamaldehyde and a permeabilizing substance on the inhibition of bacterial growth in vitro and growth performance of weaning pigs. *Veterinary Zootech* 60 (-), 59–66.

Thaela, M., Jensen, M., Pierzynowski, S., Jakob, S., Jensen, B., 1998. Effect of lactic acid supplementation on pancreatic secretion in pigs after weaning. *Journal of Animal and Feed Sciences* 7 (1), 181-183.

Zakariaee, H., Sudagar, M., Mazandarani, M., Hosseini, S.A., 2015. The effect of Astaxanthin on sexual maturing and fecundity and survival larval of fighter fish (Betta splendens). *Journal of animal environment* 7 (3), 227-234. (in Persian)

Zhao, L., Budge, S.M., Ghaly, A.E., Brooks, M.S., Dave, D., 2011. Extraction, purification and characterization of fish pepsin: A critical review. *Journal of Food Processing and Technology* 2 (6), 1-14.