اثر سطوح رنگدانه آستازانتین بر شاخصهاي رشد و درصد بازماندگی میگوی پاسفید (*Litopenaeus vannamei*)

سمیه احمدی[۱]، مهرداد فرهنگی[۲]*، غلامرضا رفیعی[۳]، بابک قاعدنیا[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۲- استادیار گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳- استادیار گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۴- مربی پژوهشی پژوهشکده میگوی کشور، بوشهر

چکیده

تأثیر سطوح مختلف رنگدانه آستازانتین بر شاخصهای رشد و درصد بازماندگی میگوی پا سفید (*Litopenaeus vannamei*) با میانگین وزنی ۱۷/۳۹±۰/۰۴g مطالعه شد. آزمایش براساس یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار غذایی (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰mg آستازانتین در کیلوگرم جیره) در ۳ تکرار اجرا گردید. میگو چهار بار در روز و به مدت ۹ هفته در دما ۲°C ± ۲۸، اکسیژن محلول (۷±۰/۰۵mg/L)، شوری (۱±۴۱ قسمت در هزار) و pH (۸/۱±۰/۰۲) و شرایط طبیعی نور تغذیه شدند. نتایج حاصل نشان دهنده تفاوت معنادار افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، شاخص وضعیت و ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مختلف نسبت به گروه شاهد بود (p<۰/۰۵). شاخصهای زیتوده، هپاتوسوماتیک و درصد بازماندگی در بین تیمارهای مختلف، تفاوت معناداری را نشان ندادند (p>۰/۰۵). جیره ۱۰۰mg آستازانتین، بیشترین افزایش وزن (۴/۸۵±۰/۱۴g)، ضریب رشد ویژه (۰/۳۹±۰/۰۱)، شاخص وضعیت (۰/۹۵ ±۰/۰۲) و بهترین ضریب تبدیل غذایی (۱/۸۸±۰/۰۷) را در میگو ایجاد کرد, ولی با جیره ۵۰mg آستازانتین در اغلب شاخصها تفاوت معناداری نشان نداد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که جیره ۵۰mg آستازانتین به دلیل صرفهٔ اقتصادی، جیره مناسب در پرورش میگوهای جوان بوده است.

کلید واژگان: میگوی پا سفید، *Litopenaeus vannamei*، آستازانتین، رشد، میزان مصرف غذا، ضریب تبدیل غذایی, درصد بازماندگی.

۱- مقدمه

میگوی پا سفید (*Litopenaeus vannamei*)، گونه بومی آبهای اقیانوس آرام و سواحل مکزیک، آمریکای جنوبی و مرکزی است [۱]. این میگو یکی از گونه‌های مهم تجاری پرورشی از خـانواده پنائیده می‌باشد [۲]. پرورش آن به دلیل برخورداری از امتیازات ویژه مورد توجه بسیاری از کشورهای شرق آسیا قرار گرفته به طوری که مقام نخست را در بین گونه‌های پرورشی کسب کرده است[۳]. مهمترین دلایل توزیع گسترده این میگو در کشورهای مختلف، ضریب رشد مطلوب، درصد بازماندگی بـالاتر در زمـان تفریخ، تـولید بهتر در شـرایط پرورش متراکم،

* نویسنده مسؤول مقاله: تلفن: ۰۲۶۱-۲۲۲۳۰۴۴, Email: farhangi@nrf.ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

جفت‌گیری و تخمریزی راحت‌تر در محیطهـای پرورشـی، نیـاز کمتر به پروتئین در جیره غذایی و درصـد بازمانـدگی بیـشتر در برابر بیماریها نسبت به میگوی مونودون می‌باشد[۴]. با توجه بـه اهمیت پرورش این میگو، پروژه‌های تحقیقاتی مختلفی روی این گونه در ایران در حال انجام است.

برای دستیابی به موفقیت در پرورش میگو باید به عوامل زیادی توجه داشت. تهیه یک جیره غذایی مناسب که حاوی درشت و ریزمغذیهای مورد نیاز باشد، یک عامل کلیدی در صنعت پرورش آبزیان محسوب می‌شود. استفاده از یک جیره غذایی کامل رشد مطلوب، سطح سلامت و ایمنی مناسب، موفقیت در تولید مثل، کیفیت مطلوب و پایدار گوشت و در نهایت اطمینان از تولید تخم و اسپرم با کیفیت بالا را به منظور تولید بیشتر تضمین می‌کند[۵]. رنگدانه‌ها نقش مهمی در جیره غذایی حیوانات و صنعت تولید خوراک دام ایفا می‌کنند. کاروتنوئیدها گروهی از رنگدانه‌های طبیعی و جزء ریزمغذیها می‌باشند که ضروری است به جیره غذایی آبزیان اضافه شوند. آستازانتین ، مهمترین رنگدانه کاروتنوئیدی است که در حیوانات آبزی یافت می‌شود [۵، ۶] و عملکردهای زیستی مهمی از جمله جلوگیری از اکسید شدن اسیدهای چرب ضروری غیراشباع[1] PUFA، حفاظت در برابر آثار منفی نور ماوراء بنفش، تولید ویتامین A، ایجاد واکنشهای ایمنی، خاصیت رنگدهی زیستی و همچنین بهبود رشد و رفتارهای تولید مثلی را کنترل می‌کند[۷، ۸]. حیوانات قادر به سنتز کاروتنوئیدها نیستند [۹]. پستانداران و بیشتر ماهیان نیز قادر به سنتز کاروتنوئیدهای مورد نیاز خود نیستند و سخت‌پوستان نیز توانایی محدودی در تولید آنها دارند. بنابراین، بهتر است که این رنگدانه‌ها به طور مستقیم به جیره غذایی آبزیان اضافه شوند [۶، ۱۰].

در رابطه با اثر رنگدانه‌های کاروتنوئیدی بر شاخصهای رشد میگو مطالعات اندکی صورت گرفته و گاه نتایج ضد و نقیضی حاصل شده است [۱۱، ۱۲]. از جمله این مطالعات می‌توان به افزایش رشد در آزاد ماهی [۱۳] و لاروهای تازه به تغذیه افتاده اقیانوس اطلس [۱۴] در اثر استفاده از رنگدانه آستازانتین اشاره کرد. در مطالعه دیگری در میگوی کروما *Penaeus japonicus*، استفاده از رنگدانه‌های آستازانتین، بتاکاروتن و عصاره *Dunaliella* اثر معناداری بر رشد نداشت [۱۵]. با توجه به منابع علمی در دسترس، مطالعه‌ای در رابطه با اثر آستازانتین بر شاخصهای رشد میگوی جوان پا سفید یافت نشد. لذا در این پروژه سعی بر این است تا اثر سطوح مختلف آستازانتین در جیره بر بعضی از شاخصهای رشد، مصرف غذا، ضریب تبدیل غذایی و درصد بازماندگی این گونه بررسی شود.

جدول۱ تجزیه تقریبی جیره‌های آزمایشی (انحراف معیار± میانگین) (n=۲)

جیره	رطوبت (%)	خاکستر (%)	پروتئین خام (%)	چربی خام (%)	انرژی خام Kcal/kg
۱	۸/۱۲±۰/۴۱	۱۷/۳۲±۰/۱۴	۳۹/۳۵±۰/۰۱	۹/۰۳±۰/۰۷	۴/۳۸±۰/۰۱
۲	۷/۳۱±۰/۵۱	۱۸/۲۳±۰/۱۲	۳۹/۳±۰/۰۲	۸/۴۵±۰/۱	۴/۴۰±۰/۰۰۵
۳	۸/۲±۰/۳۹	۱۷/۵۵±۰/۱۵	۳۹/۵±۰/۰۱	۸/۸۹±۰/۰۲	۴/۴۳±۰/۰۱
۴	۷/۵۴±۰/۴۵	۱۸/۴۶±۰/۱۳	۳۹/۲۳±۰/۰۱	۸/۹۹±۰/۰۱	۴/۳۸±۰/۰۱

1. Poly Unsaturated Fatty Acid

Archive of SID
www.SID.ir

۲- مواد و روش‌کار

۲-۱- تهیه جیره‌ها

از جیره غذایی تجاری ۴۰۰۶ (شرکت هوواراش بوشهر) به عنوان جیره پایه برای تغذیه گروه شاهد استفاده شد. سپس برای تهیه چهار نوع جیره غذایی، غلظتهای مختلف آستازانتین ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰mg آستازانتین در هر کیلوگرم به جیره مذکور اضافه شد.

روش تهیه جیره به این صورت بود که برای حل کردن آستازانتین در هر سه نوع جیره از مقادیر یکسان ۷۵mL حلال Tween ۸۰ (Scharlau, USA) استفاده گردید. ابتدا آستازانتین مورد نیاز برحسب سطوح تعیین شده، محاسبه و به امولسی فایر افزوده شد، پس از به هم زدن، مقدار ۵۰۰mL آب مقطر گرم به آن اضافه گردید تا آستازانتین حل شود. برای یکسان-سازی جیره‌ها به جیره شاهد نیز ۷۵mL امولسی فایر و ۵۰۰mL آب مقطر اضافه گردید[۱۶]. سپس محلولهای آماده شده به جیره‌ها اسپری شدند. پس از ۴۸ ساعت جیره‌ها خشک، جمع‌آوری و به طور جداگانه در نایلونهای شماره‌گذاری شده بسته‌بندی و در فریزر در دمای ۲۰°C- نگهداری شدند.

پس از ساخت جیره‌ها نمونه‌برداری به روش استاندارد صورت گرفت [۱۷]. سپس میزان پروتئین، چربی، انرژی، خاکستر و رطوبت آنها اندازه‌گیری گردید[۱۸]. برای تعیین پروتئین خام از روش کلدال و در مورد چربی از مجموعه سوکسله استفاده شد. همچنین از بمب کالریمتری برای تعیین میزان انرژی استفاده شد (جدول ۱).

۲-۲- اجرای آزمایش

میگوهای ماده جوان با میانگین وزن ۱۷/۳۹±۰/۰۴g از استخرهای پرورشی خاکی منطقه حله به پژوهشکده میگوی بوشهر منتقل و در ۱۲ مخزن پلاستیکی ۳۰۰ لیتری با ظرفیت آبگیری ۱۰۰ لیتر توزیع شدند. میگوها با تراکم ۵ قطعه در ۱۰۰ لیتر پرورش یافتند. آب مورد نیاز از دریا پمپاژ گردید که بعد از عبور از فیلتر شنی به مخازن منتقل شد. میزان تعویض روزانه برای حفظ کیفیت آب ۵۰٪ بود. هوادهی هر مخزن با دو سنگ هوا انجام می‌شد که به هواده‌های مرکزی متصل بودند. دوره نوری نیز تحت شرایط طبیعی قرار داشت. به منظور فراهم آوردن شرایط یکنواخت طی دوره پرورش, از میان پیراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی آب، دما (۲°C ± ۲۸)، اکسیژن محلول (۷±۰/۰۵mg/L)، شوری (۱±۴۱ قسمت در هزار) و pH (۸/۱±۰/۰۲) به صورت هفتگی اندازه‌گیری شدند.

پس از آماده‌سازی سیستم پرورش به منظور ارزیابی تأثیر سطوح مختلف رنگدانه آستازانتین بر شاخصهای رشد و سایر شاخصهای زیستی، ۴ نوع جیره (۳ تیمار آزمایشی و یک تیمار شاهد) برای تغذیه میگوها مورد استفاده قرار گرفت. قبل از شروع آزمایش، ابتدا میگوها به مدت دو هفته در دوره تطبیق‌پذیری با جیره پایه تغذیه, سپس به مدت ۹ هفته با جیره‌های حاوی آستازانتین تغذیه شدند. تغذیه به صورت ۱۰۰٪ مصنوعی و به میزان ۲٪ وزن بدن میگوها و چهار بار در روز انجام شد. هر چند روز یک بار با توجه به مقدار غذای باقیمانده و تلفات، میزان غذادهی تنظیم می‌شد. هر روز بعد از غذادهی، غذاهای مصرف نشده جمع‌آوری، خشک و مخازن تمیز می‌شدند. در پایان دوره آزمایش، میزان غذای مصرفی با کسر غذای مصرف نشده از میزان کل غذادهی محاسبه شد. مخازن پرورشی هفته‌ای یک بار تخلیه و کاملاً تمیز و ضدعفونی شدند.

وزن و طول کل بدن و هپاتوپانکراس تمام میگوها در هر واحد آزمایشی در ابتدا و انتهای آزمایش با ترازوی دیجیتال (دقت ۰/۰۰۱g) و خط‌کش زیست سنجی[1] (دقت ۱mm) اندازه‌گیری گردید. برای کاهش خطای اندازه‌گیری قبل از زیست‌سنجی، میگوها با دستمال کاغذی خشک شدند. شاخصهای رشد و کارایی تغذیه از قبیل افزایش وزن[2] (WG)،

1. Biometry
2. Weight Gain

Archive of SID
www.SID.ir

ضریب رشد ویژه[1] (SGR%day)، شاخص وضعیت[2] (CF)، زیتوده شاخص هپاتوسوماتیک[3] (HSI) و ضریب تبدیل غذایی[4] (FCR) و همچنین درصد بازماندگی براساس روابط زیر تعیین شدند [۱۹]:

۱) $WG = Wt - Wi$

Wi = وزن اولیه میگو (g)

Wt = وزن میگو در زمان معین t (g) ۱۰۰

۲) $SGR\ (\%\ /\ Day\ ) = \frac{LnWt\ -\ LnWi}{T} \times ۱۰۰$

T = طول دوره پرورش

۳) CF=(whole live body weight (g)/whole length $(cm)^3$) ×۱۰۰

۴) Biomass (g)= [Wt (g) – Wi (g)] × Survival

۵) HSI=(g hepatopancreas weight/g body weight)× ۱۰۰

۶) FCR = g food intake / g live weight gain

۷) Survival rate = (the final number of shrimps - the initial number of shrimp) × ۱۰۰

۳-۲- تجزیه و تحلیل داده‌ها

ابتدا داده‌هایی که به صورت درصد بودند با استفاده از روش Arcsin تبدیل شدند. برای آنالیز داده‌ها از روش آنالیز واریانس یک طرفه[5] استفاده گردید. برای تعیین اختلاف آماری بین میانگین تیمارها از روش دانکن[6] در سطح معنادار ۵٪ استفاده شد. برای انجام تمام آنالیزهای آماری مورد نیاز از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) استفاده گردید.

۳- نتایج

۳-۱- شاخصهای رشد

نتایج مربوط به شاخصهای رشد نشان داد که پاسخ میگوها در برابر غلظتهای مختلف آستازانتین جیره متفاوت است. براساس نتایج حاصل، میگوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی، افزایش وزنی برابر با ۳/۸۵ تا ۴/۸۵g را نشان دادند. بیشترین افزایش وزن مربوط به جیره ۳ و کمترین آن متعلق به جیره ۱ (شاهد) بود ($p<۰/۰۵$) (جدول۲). میگوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در طول دوره آزمایش، ضریب رشد ویژه‌ای برابر ۰/۳۲–۰/۳۹٪ در روز نشان دادند. بیشترین مقدار این شاخص، مربوط به جیره ۳ و کمترین متعلق به جیره ۱ بود. براساس نتایج تجزیه واریانس، تفاوت معناداری در ضریب رشد ویژه در بین تیمارهای مختلف مشاهده شد ($p<۰/۰۵$) (نمودار۱). همچنین شاخص وضعیت در میگوهای تغذیه شده با جیره ۳ بیشترین و در جیره ۱ کمترین بود. میگوهای تغذیه شده با جیره‌های ۲، ۳ و ۴ تفاوت معناداری را نسبت به جیره ۱ نشان دادند ($p<۰/۰۵$) (نمودار۲). شاخص زیتوده میگوها در تیمارهای مختلف دستخوش تغییراتی شد. به طوری که در جیره ۳، بیشترین مقدار را داشت؛ اگرچه تیمارهای مختلف از نظر آماری اختلاف معناداری را نشان ندادند ($p>۰/۰۵$) (نمودار۳). میزان شاخص هپاتوسوماتیک در میگوهای تغذیه شده با جیره ۳ از سایر تیمارها کمتر بود ولی از لحاظ آماری اختلاف معناداری با سایر تیمارها نشان نداد ($p>۰/۰۵$) (نمودار ۴).

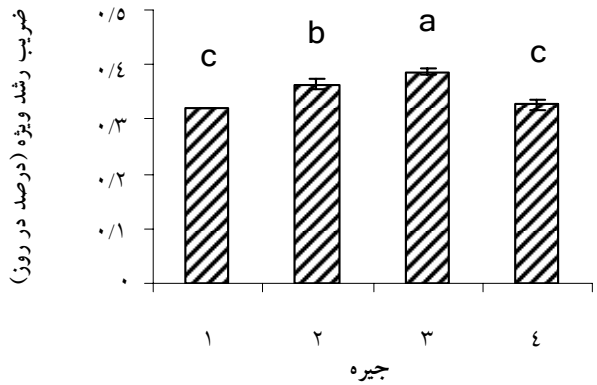
1. SGR % day
2. Condition Factor
3. Hepatosomatic Index
4. Feed Conversion Ratio
5. One-Way ANOVA
6. Duncan

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۲ مقایسه میانگین وزن میگوها در ابتدا و انتهای آزمایش (انحراف معیار± میانگین)*

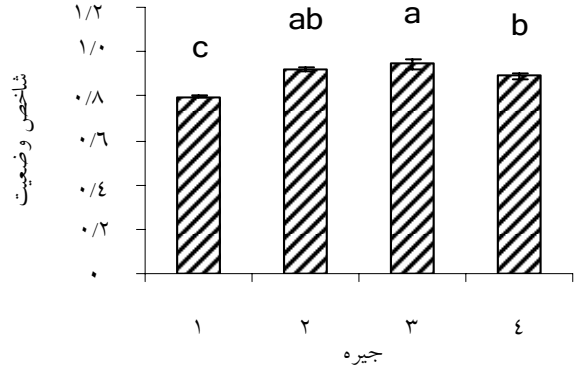
جیره	وزن اولیه (g)	وزن نهایی (g)	افزایش وزن (g)
۱	۱۷/۴۵ ±۰/۱۴^{a}	۲۱/۳±۰/۰۱ ^{b}	۳/۸۵ ± ۰/۱^{c}
۲	۱۷/۳۸ ±۰/۰۷^{a}	۲۱/۸۶± ۰/۱۳^{a}	۴/۴۸ ± ۰/۱۶ ^{ab}
۳	۱۷/۳۲ ±۰/۰۶^{a}	۲۲/۱۷± ۰/۰۸^{a}	۴/۸۵ ± ۰/۱۴^{a}
۴	۱۷/۴۱ ±۰/۰۷^{a}	۲۱/۳۸± ۰/۱۲^{b}	۳/۹۷ ± ۰/۱۹^{bc}

* میانگینهای ارائه شده در هر ستون که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنادارند ($p<۰/۰۵$) .



نمودار۱ مقایسه میزان ضریب رشد ویژه میگوها در تیمارهای مختلف (انحراف معیار± میانگین)

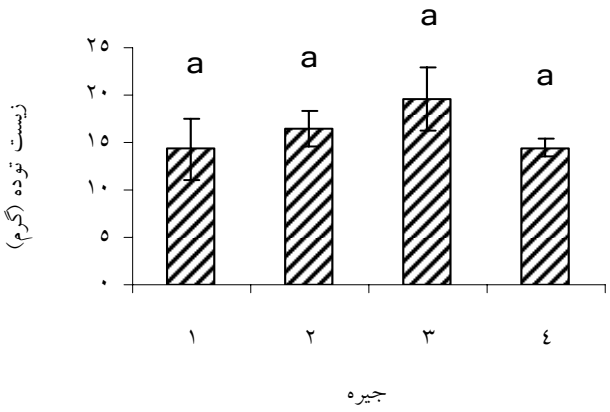
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنادار بین تیمارهاست ($p<۰/۰۵$)



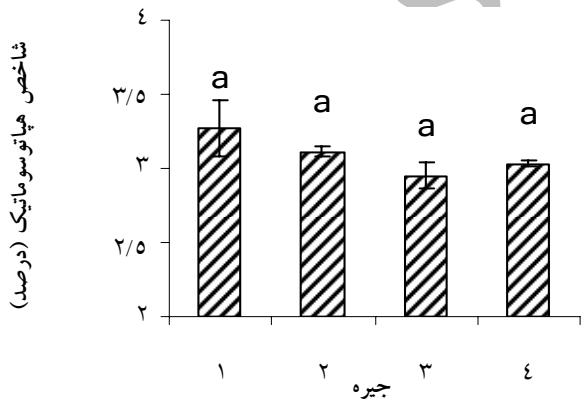
نمودار۲ مقایسه شاخص وضعیت میگوها در تیمارهای مختلف (انحراف معیار± میانگین)

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنادار بین تیمارهاست ($p<۰/۰۵$)

Archive of SID
www.SID.ir



نمودار۳ مقایسه میزان زیتوده میگوها در تیمارهای مختلف (انحراف معیار± میانگین)



نمودار۴ مقایسه میزان شاخص هپاتوسوماتیک میگوها در تیمارهای مختلف (انحراف معیار± میانگین)

۳- ۲- میزان مصرف غـذا و شـاخص کـارایی تغذیه

براساس نتایج حاصل، میزان مصرف غذا در میگوهای تغذیه شده با جیره‌های ۲ و ۳ به طور معناداری کمتر از جیره‌های ۱ و ۴ بود ($p<۰/۰۵$). در صورتی که بین جیره‌های ۲ و۳ و همچنین ۱ و ۴ تفاوت معناداری از این نظر مشاهده نشد (جدول ۳). میگوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی، ضریب تبدیل غذایی معادل ۱/۸۸ تا ۳/۱۳ را از خود نشان دادند. کمترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به جیره ۳ و بیشترین مقدار متعلق به جیره۱ بود. میگوهای تغذیه شده با جیره‌های ۲ و ۳ تفاوت معناداری را نسبت به جیره‌های ۱ و۴ از این نظر نشان دادند ($p<۰/۰۵$) اما جیره‌های ۲ و ۳ با هم اختلاف معناداری نداشتند (نمودار ۵).

۳-۳- درصد بازماندگی

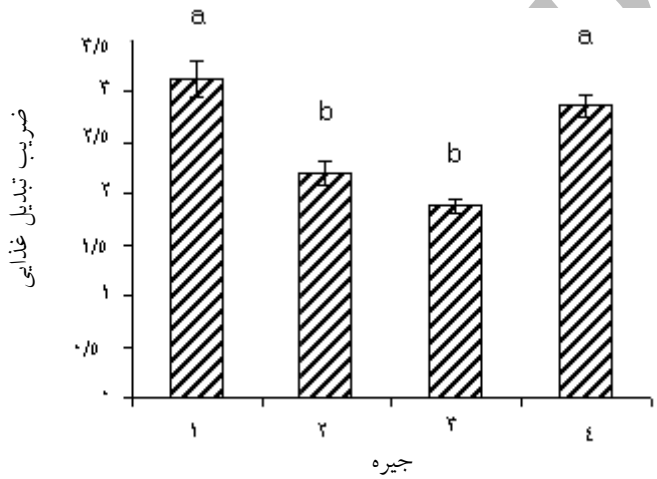
اختلاف معناداری از نظر درصد بازماندگی در بـین تیمارهـای مختلف مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$) (نمودار ۶).

Archive of SID
www.SID.ir

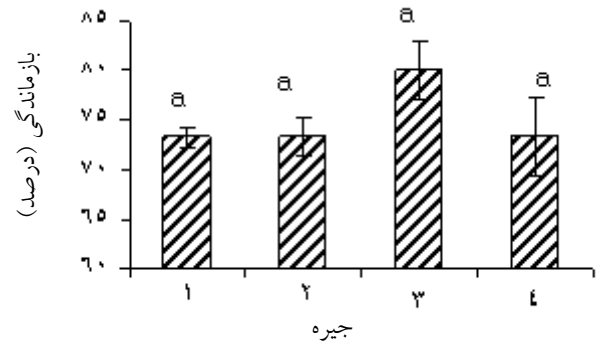
جدول۳ مقایسه میانگین مصرف غذا در طول دوره پرورش در تیمارهای مختلف (انحراف معیار± میانگین)*

جیره	میزان مصرف غذا (گرم)
۱	۱۲ ± ۰/۶۵ [a]
۲	۹/۸۲ ± ۰/۶۷ [b]
۳	۹/۱۰ ± ۰/۲۱ [b]
۴	۱۱/۳۴ ± ۰/۵۶ [a]

* میانگینهای ارائه شده در هر ستون که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنادارند (p<۰/۰۵).



نمودار۵ مقایسه میزان ضریب تبدیل غذایی میگوها در تیمارهای مختلف (انحراف معیار± میانگین)
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنادار بین تیمارهاست (p<۰/۰۵)



نمودار۶ مقایسه درصد بازماندگی میگوها در تیمارهای مختلف (انحراف معیار± میانگین)

www.SID.ir

۴- بحث

۴-۱- شاخصهای رشد

جیره‌های مورد استفاده در این آزمایش تفاوت معناداری را در ارتباط با شاخصهای افزایش وزن، ضریب رشد ویژه و شاخص وضعیت میگوها نشان دادند و تیمارهای ۲ و۳ که به جیره غذایی آنها به ترتیب ۵۰ و ۱۰۰mg آستازانتین در هر کیلوگرم اضافه شده بود، شرایط مناسبتری را نسبت به سایر تیمارها برای میگوها فراهم کردند. با افزایش میزان غلظت آستازانتین در جیره، شاخص افزایش وزن میگوها سیر صعودی داشت و در حداکثر مقدار آستازانتین (جیره ۴)، این شاخص کاهش یافت. در این زمینه تحقیقات زیادی در آبزیان صورت گرفته ولی نتایج ضد و نقیضی گزارش شده است. نتایج حاصل از این آزمایش با مطالعات انجام شده در آزاد ماهی اقیانوس اطلس تغذیه شده با آستازانتین [۵، ۱۴]، ماهی *Rodeus uyekii* تغذیه شده با آستازانتین [۲۰] و میگوی ببری سیاه تغذیه شده با عصاره *Dunaliella* (حاوی رنگدانه‌های کاروتنوئیدی) [۱۱] مطابقت دارد. در مقابل نتایج این مطالعه با تحقیقاتی که در میگوی کروما و ببری سیاه *P.monodon* با استفاده از رنگدانه‌های آستازانتین، بتاکاروتن و کانتاگزانتین [۱۵، ۲۱، ۲۲] و ماهی قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با آستازانتین سنتزی [۲۳، ۲۴] انجام گرفته در تناقض است. وجود این تناقضها ممکن است به عکس العملهای متفاوت گونه‌های پرورشی یا مراحل مختلف زندگی آنها مرتبط باشد. نتایج مربوط به ضریب رشد ویژه در این مطالعه با تحقیقاتی که در میگوی ببری سبز با استفاده از آستازانتین سنتزی [۱۲]، ماهی سیم دریایی *Pagrus pagrus* در اثر تغذیه با منابع مختلف کاروتنوئیدی [۲۵] و ماهی قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با غذاهای طبیعی حاوی آستازانتین [۲۴] انجام شده در تناقض است. در رابطه با اثر رنگدانه آستازانتین بر شاخص وضعیت مطالعه‌ای یافت نشد. از جمله علل احتمالی افزایش وزن می‌توان به اثر مثبت آستازانتین بر متابولیسم، تسریع هضم و جذب و افزایش بهره‌وری از مواد مغذی [۲۶-۲۸]، کافی بودن مدت استفاده از رنگدانه[۱۱]، مناسب بودن وزن میگوی در نظر گرفته شده در این تحقیق و از همه مهمتر بهینه بودن جیره مورد نظر برای حداکثر رشد و تحریک‌پذیری رشد میگو در اثر استفاده از آستازانتین اشاره کرد. کاهش شاخص افزایش وزن در میگوهای تغذیه شده با جیره ۴ را می‌توان به اثر بازدارندگی رنگدانه آستازانتین نسبت داد، چون کاروتنوئیدها در غلظتهای بالا اثر بازدارندگی دارند [۲۹]؛ اگرچه در برخی منابع بیان شده است که آستازانتین به عنوان یک آنتی اکسیدان خالص شناخته شده و در غلظتهای بالا هیچ رفتار پراکسیدی از خود نشان نداده یا بسیار کم نشان می‌دهد [۲۹].

شاخصهای زی‌توده و هپاتوسوماتیک میگوها تفاوت معناداری در تیمارهای مختلف از خود نشان ندادند. اگرچه میزان آستازانتین بر زیتوده میگوهای جوان پا سفید اثر معناداری را نشان نداد، اما از شاخص زیتوده به عنوان معیاری که هم افزایش وزن و هم بازماندگی در آن لحاظ شده، استفاده شد. با توجه به این که درصد بازماندگی در تیمارهای مختلف تفاوت معناداری نشان نداد، زیتوده مطابق با روند افزایش وزن میگوها افزایش و در جیره ۴ کاهش یافت. نتایج حاصل از این تحقیق با مطالعه اسکولز[1] و همکاران (۱۹۹۹) که در میگوی پا سفید تغذیه شده با *Phaffia rhodozyma* (حاوی رنگدانه‌های کاروتنوئیدی) صورت گرفته بود, در تناقض است [۳۰]. شاخص هپاتوسوماتیک میگوها با افزایش غلظت آستازانتین در جیره, سیر نزولی داشت و در حداکثر مقدار آستازانتین افزایش یافت اما تفاوت معناداری در بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. با توجه به منابع علمی در دسترس، مطالعه‌ای در این زمینه در میگو یافت نشد. این نتایج با مطالعه بهبود شاخصهای بیوشیمیایی ماهی با استفاده از مخمر قرمز و آستازانتین سنتزی در تناقض است. در این ماهیان شاخص هپاتوسوماتیک به طور معناداری از گروه شاهد پایین‌تر بود [۲۳]. کاهش این شاخص را می‌توان به بهبود عملکرد کبد نسبت داد، چون آستازانتین به عنوان یک

1. Scholz

Archive of SID
www.SID.ir

آنتی اکسیدان قوی شناخته شده و با جلوگیری از اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع مانع تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS)[1] و رادیکالهای آزاد و آسیب دیدن بافتهای مختلف بدن می‌شود [۲۳، ۳۱].

۴-۲- میزان مصرف غذا و شاخص کارایی تغذیه

براساس نتایج حاصل با افزایش غلظت رنگدانه آستازانتین در جیره‌ها، میزان ضریب تبدیل غذایی کاهش یافت. کمترین میزان این شاخص مربوط به جیره ۳ بود اما این شاخص در جیره ۴ افزایش یافت. ضریب تبدیل غذایی می‌تواند نشان دهنده قابلیت جیره در افزایش رشد میگوهای آزمایشی باشد و به شاخصهایی مثل افزایش وزن و میزان مصرف غذا در طول دوره پرورش وابسته است. روند تغییرات این شاخص را می‌توان با تغییرات افزایش وزن و میزان مصرف غذای میگوها در تیمارهای مختلف توجیه کرد. با افزایش وزن میگوها طی دوره پرورش، ضریب تبدیل غذایی میگوها نیز کاهش یافت. به علاوه مصرف غذای کمتر نیز می‌تواند علت دیگر تفاوت ضریب تبدیل غذایی میگوها در تیمارهای مختلف باشد. با توجه به نتایج به دست آمده میزان مصرف غذا در تیمار ۳ از سایر تیمارها کمتر بود اما تفاوت معناداری با تیمار ۲ نداشت. این نکته مؤید آن است که میگوها به طور مؤثری از جیره‌های ۲ و ۳ برای افزایش وزن استفاده کردند. نتایج بیانگر آن است که اثر مثبت رنگدانه آستازانتین بر رشد این میگو در نتیجه بازده غذایی بیشتر (افزایش راندمان تبدیل غذایی) بوده است. نتایج حاصل از این تحقیق با مطالعات زیر در تناقض است. در مطالعه اثر مخمر قرمز و آستازانتین سنتزی بر رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، تفاوت معناداری در ضریب تبدیل غذایی مشاهده نشد [۲۳]. همچنین استفاده از رنگدانه‌های بتاکاروتن یا آستازانتین در جیره میگوی ببری سیاه اثر معناداری بر ضریب تبدیل غذایی نداشت [۲۲]. در مطالعه اثر منابع مختلف کاروتنوئیدی و میزان آن در جیره بر رشد و رنگ پوست سیم دریایی قرمز *Pagrus pagrus* نیز تفاوت معناداری در ضریب تبدیل غذایی در بین ماهیان تمام تیمارهای مورد مطالعه مشاهده نگردید [۲۵]. سوپاماتایا[2] و همکاران (۲۰۰۵)، در مطالعه تأثیر عصاره *Dunaliella* بر رشد میگوی ببری سیاه، تفاوت معناداری در ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مختلف مشاهده نکردند [۱۱]. وجود این تناقضها به این معنی نیست که کاروتنوئیدها بر ضریب تبدیل غذایی اثر ندارند، زیرا تنها در مطالعات اندکی این شاخص محاسبه شده است و اندازه‌گیری آن به دقت بالایی نیاز دارد.

۴-۳- درصد بازماندگی

همانگونه که ذکر شد درصد بازماندگی میگوها در تیمارهای مختلف طی دوره پرورش تفاوت معناداری با یکدیگر نداشت. این امر احتمالاً به دلیل تعداد کم نمونه‌های میگو در مخازن بوده است. نتایج حاصل از این آزمایش با مطالعات صورت گرفته روی میگوی کروما[3] تغذیه شده با رنگدانه‌های آستازانتین، بتاکاروتن و کانتاگزانتین [۲۱]، خرچنگ جوان آب شیرین *Cherax quadricarinatus* تغذیه شده با سه منبع کاروتنوئیدی [۳۲] و میگوی ببری سیاه[4] تغذیه شده با رنگدانه‌های بتاکاروتن و آستازانتین [۲۲] مطابقت دارد و با مطالعات انجام شده روی میگوی کروما تغذیه شده با رنگدانه‌های آستازانتین، بتاکاروتن و پودر جلبک *Dunaliella salina* [۱۹]، پست لاروهای میگوی ببری سیاه تغذیه شده با آستازانتین [۳۳] و آزاد ماهی اقیانوس اطلس تغذیه شده با آستازانتین [۵، ۱۴] در تناقض است.

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به موضوعات بحث شده و نتایج به دست آمده در این تحقیق، می‌توان بیان داشت که رنگدانه آستازانتین در سطوح و مدت زمان استفاده شده در این تحقیق تأثیر مثبتی بر رشد، میزان مصرف غذا و ضریب تبدیل غذایی میگوی جوان پا

1. Reactive Oxygen Species

2. Supamattaya
3. Penaeus japonicus
4. Penaeus monodon

Archive of SID
www.SID.ir

سفید داشت اما این رنگدانه اثر معناداری بر درصد بازماندگی میگوها نداشت. جیره‌هایی که ۵۰ و ۱۰۰mg آستازانتین در هر کیلوگرم به آنها اضافه شده بود، بهترین تأثیر را از نظر شاخصهای مختلف در میگوها ایجاد کردند. در نهایت با توجه به این نکته که بین جیره‌های ۲ و ۳ تفاوت معناداری مشاهده نشد و از طرف دیگر آستازانتین یک ماده غذایی گران قیمت است به دلیل صرفهٔ اقتصادی می‌توان جیره ۲ (۵۰mg/kg غذا) را مناسبترین جیره در این آزمایش معرفی کرد.

۶- پیشنهادها

با توجه به مطالعات انجام شده و خلأهای اطلاعاتی موجود می‌توان استفاده از منابع گیاهی و جانوری حاوی کاروتنوئیدهای موجود در کشور (به دلیل گران بودن رنگدانه‌های کاروتنوئیدی سنتزی و یافتن دانش و فن‌آوری خالص‌سازی این رنگدانه‌های زیستی)، استفاده از سطوح مناسب کاروتنوئیدها در جیره مولدان نر و ماده آبزیان به منظور فراهم آوردن نسلی با کیفیت بهتر، تعیین سطح بهینه این رنگدانه‌ها در شرایط مختلف پرورشی و تنشهای فیزیکی و شیمیایی حاکم بر سیستمهای پرورشی و بررسی اثر کاروتنوئیدها بر متابولیسم و فعالیت آنزیمهای کبدی در میگو را برای مطالعات آتی پیشنهاد کرد.

۷- سپاسگزاري

این مطالعه با حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران و پژوهشکده میگوی کشور در بوشهر انجام گرفت. به این وسیله از زحمات کارکنان محترم آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران و پژوهشکده میگوی بوشهر تشکر و قدردانی می‌شود.

۸- منابع

[۱] ویبان ج.، سوئینی ج.؛ فن‌آوری تکثیر و پرورش متراکم میگو؛ انتشارات معاونت تکثیر و پرورش آبزیان؛ ۱۳۷۶؛ ص۱۶۸.

[2] Wyban A., Sweeney N.; The Oceanic Institute Shrimp Manual, Intensive Shrimp Production Thechnology; The Oceanic Institute, Honolulu. HI, USA; 1991.

[3] FAO; Fishery Statistics; Aquaculture Production; 2005; Vol. 96/2. 195 P.

[4] Briggs M., Funge-Smith S., Subasinghe R., Philips M.; Introduction and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the pacific, RAP Pub; Bangkok; 2004; 79 P.

[5] Christiansen R., Torrissen O. J.; «Effect of dietary astaxanthin supplementation on fertilization and egg survival in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*)»; *Aquaculture*; 1997; 153: 51-62.

[6] Guerin M., Huntley M. E., Olsubjectaizola M.; Haematococcus astaxanthin: applications for human health and nutrition; Trends in Biotechnology; 2003; 21: 210-216.

[7] Torrissen O. J., Hardy R. W., Shearer K. D.; «Pigmentation of salmonids carotenoid deposition and metabolism»; *Review of Aquatic Sciences*; 1989; 1: 209-225.

[8] Lorenz R. T., Cysewski G. R.; Commercial potential for Haematococcus microalgae as a natural source of astaxanthin; Trends in Biotechnology; 2000; 18: 160-167.

[9] Wouters R., Lavens P., Nieto J., Sorgeloos P.; «Penaeid shrimp broodstock nutrition: an updated review on research and development»; *Aquaculture*; 2001; 202: 1-21.

[10] Meyers S. P.; Using crustacean meals and carotenoid fortified diets; Feedstuffs; 1977; 38: 26-27.

[11] Supamattaya K., Kiriratnikom S., Boonyaratpalin M., Borowitzka L.; «Effect of Dunaliella extract on growth performance, health condition, immune response and disease resistance in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*)»; *Aquaculture*; 2005; 248: 207-216.

Archive of SID
www.SID.ir

[12] Gocer M., Yanar M., Kumlu M., Yanar Y.; «The Effects of red pepper, marigold flower, and synthetic astaxanthin on pigmentation, growth, and proximate composition of *Penaeus semisulcatus*»; *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*; 2006; 30: 359-365.

[13] Torrissen O. J.; «Pigmentation of salmonids: Effect of carotenoids in egg and start feeding diet on survival and growth rate»; *Aquaculture*; 1984; 43: 185-193.

[14] Christiansen R., Glette J., Lie O., Torrissen O. J., Waagbo R.; «Antioxidant status and immunity in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) fed semi-purified diets with and without astaxanthin supplementation»; *Journal of Fish Diseases*; 1995; 18: 317–328.

[15] Chein Y. H., Jeng S. C.; «Pigmentation of kuruma prawn, *Penaeus japonicus* bate, by various pigment sources and levels and feeding regimes»; *Aquaculture*; 1992; 102: 333-346.

[16] Nobel A., Seles D.; Method for pigment solubilisation; European Patent office; 2006; 13: 3-9.

[17] Lichon M. J.; Sample Preparation. In: Handbook of Food Analysis: Ed. Nollet L. M. L.; Volume 1. Marcel Dekker. New York; 1996; pp. 1-19.

[18] Petterson D. S., Harris D. J., Rayner J. C., Blakeney A. B., Choct M.; «Methods for the analysis of premium livestock grains»; *Australian Journal of Agricultural Reasearch*; 1999; 50: 775-787.

[19] Farhangi M., Carter C. G.; «Growth physiological and immunological responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to different dietary inclusion levels of dehulled lupin (*Lupinus angustifolius*)»; *Aquaculture Research*; 2001; 32 (Supp l 1): 329-340.

[20] Kim H. S., Kim Y. H., Cho S. H., Jo J. Y.; «Effects of dietary carotenoids on the nuptial color of the bitterling (*Rhodeus uyekii*)»; *Journal of Korean Fishery Society*; 1999; 32: 276-279.

[21] Yamada S., Tanaka Y., Sameshima M., Ito Y.; «Pigmentation of prawn *Penaeus japonicus* with carotenoids»; *Aquaculture*; 1990; 87: 323-330.

[22] Boonyaratpalin M., Thongrod S., Supamattaya K., Britton G., Schlipalius L. E.; «Effects of β-carotene source, *Dunaliella salina*, and astaxanthin on pigmentation, growth, survival and health of *Penaeus monodon*»; *Aquaculture Research*; 2001; 32: 182-190.

[23] Nakano T., Tosa M., Takeuchi M.; «Improvement of biochemical features in fish health by red yeast and synthetic astaxanthin»; *Journal of Agriculture and Food Chemistry*; 1995; 43: 1570-1573.

[24] Amar E. C., Kiron V., Satoh S., Watanabe T.; Enhancement of innate immunity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*) associated with dietary intake of carotenoids from natural products; Fish & Shellfish Immunology; 2004; 16: 527-537.

[25] Kalinowski C. T., Robaina L. E., Ferna´ndez-Palacios H., Schuchardt D., Izquierdo M. S.; «Effect of different carotenoid sources and their dietary levels on red porgy (*Pagrus pagrus*) growth and skin colour»; *Aquaculture*; 2005; 244: 223-231.

[26] Tacon A. G. J.; Speculative review of possible carotenoid function in fish; Progressive Fish-Culturist; 1981; 43: 205-208.

[27] Segner H., Arend P., Von Poeppinghaussen K., Schmidt H.; «The effect of feeding astaxanthin to *Oreochromis niloticus* and *Colisa labiosa* on the histology of the liver»; *Aquaculture*; 1989; 79: 381-390.

[28] Amar E. C., Kiron V., Satoh S., Watanabe T.; «Influence of various dietary synthetic carotenoids on bio-defence mechanism in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)»; *Aquaculture Research*; 2001; 32: 162-173.

Archive of SID

www.SID.ir

[29] Beutner S., Bloedorn B., Frixel S., Blanco I. H., Hoffman T., Martin H.; «Quantitative assessment of antioxidant properties of natural colorants and phytochemicals: carotenoids, flavonoids, phenols and indigoids. The role of β-carotene in antioxidant functions»; *Journal of the Science of Food Agriculture*; 2001; 81: 559-568.

[30] Scholz U., Diaz G. G., Ricque D., Suarez L. E. C., Albores F. V., Latchford J.; «Enhancement of vibriosis resistance in juvenile *Penaeus vannamei* by supplementation of diets with different yeast products»; *Aquaculture*; 1999; 176: 271-283.

[31] Asada K.; Production, scavenging and action of active oxygen. Protein Nucleic Acid Enzyme; 1988; 33: 7-12.

[32] Harpaz S., Rise M., Arad S., Gur N.; «The effect of three carotenoid sources on growth and pigmentation of juvenile freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*»; *Aquaculture Nutrition*; 1998; 4: 201-208.

[33] Thongrod S., Tansutapanich A., Torrissen O. J.; «Effect of dietary astaxanthin supplementation on acumulation, survival and growth in postlarvae of *Penaeus monodon* Fabricius»; In: Lavens P., Jaspers E., Roelants I. (Eds.); Larvi 95-Fish and Shellfish Larviculture Symposium; *European Aquaculture Society, Gent, Belgium*; 1995.

Archive of SID

www.SID.ir