

اثر آستاگزانتین بر رشد، ترکیب شیمیایی بدن و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758)

حمیده ریگی قزاق^۱، علی آبرومند^{۱*}، سعید ضیایی نژاد^۱، پریا اکبری^۲

* aberoumandali@yahoo.com

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبان، اهواز

۲- گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۵

چکیده

تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر آستاگزانتین بر عملکرد رشد (وزن نهایی و ضریب رشد ویژه و شاخص وضعیت)، تغذیه (ضریب تبدیل غذایی، میزان غذای دریافتی و نسبت کارایی پروتئین)، ترکیب شیمیایی (میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر) و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون (پروتئین تام، گلوکز، تری گلیسرید و کلسترول) ۱۲۰ قطعه ماهی کفال خاکستری $11/77 \pm 0/07$ g به مدت ۶۰ روز طی آذرماه ماه ۱۳۹۴ در یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار آزمایشی و ۳ تکرار (با تعداد ۱۰ قطعه در هر تکرار) صورت گرفت. تیمار آزمایشی شاهد از غذای بدون آستاگزانتین و در تیمارهای آزمایشی ۲، ۳، ۴ به ترتیب ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ mg/kg آستاگزانتین استفاده گردید. نتایج حاصله نشان داد که بیشترین میزان غذای دریافتی، ضریب رشد ویژه، نسبت کارایی پروتئین و شاخص وضعیت در تیمار حاوی ۱۵۰ mg/kg آستاگزانتین مشاهده شد ($p < 0/05$). هم‌چنین بیشترین وزن نهایی و پروتئین تام و کمترین تری گلیسرید و کلسترول در تیمارهای حاوی ۱۰۰ و ۱۵۰ mg/kg آستاگزانتین مشاهده شد. کمترین میزان چربی در تیمارهای تغذیه شده با آستاگزانتین مشاهده شد ($p < 0/05$). در مجموع افزودن ۱۰۰ mg/kg آستاگزانتین به جیره غذایی ماهی کفال خاکستری به منظور بهبود شاخص‌های رشد، تغذیه، کیفیت لاشه و شاخص‌های بیوشیمیایی خون (پروتئین تام، تری گلیسرید و کلسترول) در این ماهی پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: ماهی کفال خاکستری، آستاگزانتین، ترکیب لاشه، گلوکز، پروتئین تام

* نویسنده مسئول

مقدمه

از جمله ترکیبات بسیار ارزشمند مورد نیاز آبزیان، رنگدانه‌ای به نام آستاگزانتین (3/3 dihydroxy-diketo-B,B- carotene) است که به عنوان یک رنگدانه کارنوئیدی (Guerin et al., 2003)، ریز مغذی اصلی و مهم در جیره غذایی آنها محسوب شده، که عملکردهای زیستی مهمی از جمله جلوگیری از اکسید شده اسیدهای چرب غیر اشباع را به عهده دارد (Hussein et al., 2006). همچنین از رنگدانه‌ها به منظور بهبود سطح ایمنی اختصاصی و غیر اختصاصی و رشد در آبی‌پروری استفاده شده است (Liu et al., 2016).

در محیط طبیعی آبی، آستاگزانتین به وسیله ریز جلبک‌ها یا فیتوپلانکتون‌های زنجیره غذایی تولید و مورد تغذیه ژئوپلانکتون‌ها، حشرات یا سخت‌پوستان قرار می‌گیرند. این رنگدانه در بافت‌های بدن این موجودات ذخیره تا در نهایت زنجیره به مصرف ماهی برسد (Guerin et al., 2003; Faghani et al., 2013). سازگان‌های آبی منابع متنوعی از آستاگزانتین وجود دارد که مهم‌ترین آنها مخمر *Phaffia rhodozyma* جلبک *Haematococcus* spp می‌باشد (Craw fish Torrisen et al., 1989; Faghani et al., 2013). عقیده بر این است که ریز جلبک *Haematococcus pluvialis* بیشترین مقدار آستاگزانتین را در خود ذخیره می‌کند (Guerin et al., 2003) که هم‌اکنون این جلبک در مقیاس تجاری پرورش می‌یابد (Olaizola & Huntley, 2003).

مطالعات متعددی در ارتباط با اضافه نمودن آستاگزانتین در جیره غذایی، نتایج متناقضی را در زمینه عملکرد رشد در گونه‌های مختلف ماهی نشان داد. از جمله این مطالعات می‌توان به افزایش رشد در لاروهای تازه به تغذیه افتاده آزاد ماهی اطلس (*Salmo salar* L) (Christiansen et al., 1995)، میگوی پاسبید غربی (*Litopenaeus vannamei*) (Ahmadi et al., 2008) و قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Rehulka, 2000) که از آستاگزانتین استفاده نموده بودند حال آن‌که در مطالعه‌ی دیگر در گربه ماهی زرد (*Pelteobagrus fulvidraco*) (Liu et al., 2016) و

فیل ماهی (*Huso huso*) (Faghani et al., 2013) استفاده از این رنگدانه اثر معنی‌داری بر رشد به دست نیامد. سطح بهینه اضافه نمودن آستاگزانتین به جیره غذایی منجر به عملکرد بهتر رشد، در گونه‌های مختلف متغیر بوده (Ahmadi et al., 2008) همچنین تاثیر آن‌ها بر عملکرد رشد بسته به نوع آستاگزانتین (طبیعی یا سنتزی) و غلظت‌های آن‌ها متفاوت می‌باشد (Faghani et al., 2013). لذا به منظور عملکرد مثبت رشد ماهی، ضروری است تحقیقات بیشتری در زمینه اضافه نمودن غلظت مناسب آستاگزانتین صورت گیرد. تحقیق صورت گرفته در زمینه اثر اضافه آستاگزانتین (طبیعی یا سنتزی) به جیره غذایی فیل ماهی نشان داد که نرخ رشد و بقاء در فیل ماهی تغذیه شده با دوز ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm آستاگزانتین نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. همچنین درصد رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین در ماهی تغذیه شده با آستاگزانتین تفاوت معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان نداد (Faghani et al., 2013). Liu و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی اثر آستاگزانتین روی رشد و مقاومت در برابر استرس گربه ماهی زرد گزارش کردند که استفاده از ۸۰ میلی گرم آستاگزانتین در هر کیلوگرم جیره غذایی این ماهی افزایش معنی‌دار میزان پروتئین تام سرم و کاهش معنی‌دار فعالیت لیزوزیم، گلوکز، آلانین آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز و آسپارات آمینو ترانسفراز، بعد از مواجهه با تنش تراکم در مقایسه با گروه شاهد را در پی داشت. از آن جایی که تاکنون مطالعه‌ای در زمینه اثر آستاگزانتین بر روی رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی خون در ماهی کفال خاکستری، با توجه به ارزش اقتصادی آن صورت نگرفته است.

این تحقیق با هدف بررسی اثر این رنگدانه (طبیعی یا سنتزی) به عنوان مکمل غذایی بر روی رشد، ترکیب شیمیایی لاشه و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی خون در ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) انجام گردید.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش: این پژوهش در آذرماه ۱۳۹۴ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهی مرکز تحقیقات شیلات آب-

های دور چابهار وابسته به موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور انجام شد. ۱۲۰ قطعه ماهی کفال خاکستری از اسکله بريس بندر چابهار صید و به محل آزمایش، انتقال داده شد. پس از طی دوره سازگاری به مدت دو هفته و اطمینان از سلامتی آن‌ها، ماهی‌ها با میانگین وزنی $11/77 \pm 0/07$ g و میانگین طولی $11/40 \pm 1/67$ cm شمارش شده و با تراکم ۱۰ قطعه به ۱۲ مخزن ۶۰L منتقل شدند. در طول دوره، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب اندازه گیری شد. به طور میانگین در کل دوره درجه حرارت آب $28/2 \pm 0/5$ °C، اکسیژن محلول $7/1 \pm 0/87$ mg/L و pH آب $7/8 \pm 0/4$ بود. در طی دوره آزمایش دوره نوری به صورت ۱۲D:۱۲L بود. به منظور هوادهی و نیاز اکسیژن ماهی‌ها به هر یک از مخزن ها یک سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود نصب گردید (Liu et al., 2016). تیمارهای مورد استفاده در تحقیق حاضر شامل: تیمار شاهد که تنها با غذای تجاری (شرکت تعاونی تولیدی ۲۱ بیضاء، شیراز)، ۳ تیمار با سطوح ۵۰ mg/kg، ۱۰۰ و ۱۵۰ آستاگزانتین بودند که برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد و در طی یک دوره ۶۰ روزه مورد استفاده قرار گرفتند (Faghani et al., 2013).

آماده سازی جیره و غذادهی به ماهیان: به منظور اضافه نمودن سطوح مختلف مکمل آستاگزانتین به غذای کنسانتره ابتدا مقدار غذا برای کل دوره آزمایش برای هر تیمار محاسبه شد سپس سطوح مشخص آستاگزانتین (تهیه شده از شرکت تانوشیمی یاخته تهران با درجه خلوص ۱/۵ درصد که از جلبک *Haematococcus* *pluvialis*) با کد (TUM) به همراه ۷۵ میلی لیتر امولسی-فایر (Tween 80) و ۵۰۰ میلی لیتر آب به سطح غذا اسپری شدند. پس از ۴۸ ساعت جیره های خشک جمع آوری و در نایلون های مجزا در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. تیمار شاهد تنها با ۷۵ میلی لیتر امولسی فایر و ۵۰۰ میلی لیتر آب اسپری گردید (Merchie et al., 1998). مقدار غذای روزانه با توجه به ۳ درصد وزن بدن (توده زنده) محاسبه شد و در نوبت صبح و عصر در اختیار ماهیان قرار گرفت. عمل سیفون کردن کف تانک بصورت یک روز در میان انجام و باقی مانده غذایی و مدفوع ماهی‌ها از مخازن خارج، خشک و

توزین شد و از غذای محاسباتی روزانه کسر گردید.

زیست سنجی و بررسی شاخص های رشد و تغذیه:

به منظور اندازه گیری شاخص های رشد، در انتهای آزمایش تمام ماهی های هر مخزن خارج شده و وزن (با دقت $0/01$ g) و طول (با دقت ۱mm) آنها ثبت گردید. با استفاده از داده های حاصل از زیست سنجی ها، افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، شاخص وضعیت (Bai, 2001)، ضریب تبدیل غذایی (Lim et al., 2000)، نسبت بازدهی پروتئین و درصد بقاء (Wahli et al., 2003) تعیین شد.

SGR = ضریب رشد ویژه

$$\text{Specific growth ratio (SGR)} (\% \text{ day}^{-1}) = (\ln W_f - \ln W_i) / t \times 100$$

W_i = وزن اولیه (گرم) W_f = وزن نهایی (گرم) t = طول دوره پرورش (روز)

ضریب تبدیل غذایی (FCR)

$$\text{FCR} = \text{feed consumed} / \text{WG}$$

WG = افزایش وزن بدست آمده (گرم)

Feed consumed = غذای مصرف شده (گرم)

Protein efficiency ratio (PER) = WG / crude protein intake

PER = نسبت کارایی پروتئین

Crude protein intake = میزان پروتئین مصرفی

WG = افزایش وزن بدست آمده (گرم)

میزان غذای دریافتی (بر حسب درصد وزن بدن (BW) به ازای هر روز) (VFI)

$$\text{VFI } (\% \text{ BW day}^{-1}) = (100 \times \text{crude feed intake} / (W_f + W_i / 2) / t)$$

درصد افزایش وزن بدن (BWI)

Total dry feed intake = میزان کل غذای خشک

مصرفی (گرم)

$$\text{Condition factor (CF)} (\%) = 100 \times (\text{wet weight} / (\text{length})^3)$$

CF = شاخص وضعیت

wet weight = وزن مرطوب (گرم)

length = طول (سانتی متر)

WG = افزایش وزن به دست آمده

$$\text{Weight gain (WG)} (\%) = (W_f - W_i) / W_i \times 100$$

W_i = وزن اولیه (گرم) W_f = وزن نهایی (گرم)

$$\text{Survival rate (SR)} (\%) = N_0 / N_1 \times 100$$

Survival rate = میزان بقا

 N_0 = تعداد اولیه ماهی N_1 = تعداد نهایی ماهی

آنالیز لاشه: بمنظور تعیین ترکیب لاشه، در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰) از هر مخزن آزمایش، بصورت تصادفی ۳ قطعه لارو ماهی پس از تحمل ۲۴ h گرسنگی، صید شده و بمنظور تجزیه ترکیب شیمیایی لاشه به آزمایشگاه شبکه دامپزشکی چابهار منتقل شد. تجزیه شیمیایی ترکیب لاشه بر اساس روش استاندارد AOAC انجام گرفت. میزان پروتئین لاشه از روش کلدال (Kjeldahl)، چربی با استفاده از روش سوکسله (Soxhlet) و از طریق حل نمودن چربی در اتر، رطوبت از طریق قرار دادن نمونه در دمای 105°C و توزین نمونه بعد از خنک شدن و خاکستر از طریق سوزاندن نمونه در دمای 550°C به مدت ۶ h و توزین نمونه پس از خنک شدن محاسبه شدند (AOAC, 1989).

خون‌گیری از ماهی: برای سنجش پارامترهای بیوشیمیایی (گلوکز، پروتئین تام، تری‌گلیسرید و کلسترول)، به‌صورت تصادفی از ۹ قطعه ماهی هر تیمار پس از بیهوشی با عصاره گل میخک (2 g/L) خون‌گیری (به میزان ۲ میلی‌لیتر) از قلب با استفاده از سوزن و سرنگ صورت گرفت. سپس با دور ۳۰۰۰ بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ (Hettich مدل DV200، ساخت کشور ژاپن) و سرم آن جدا گردید و در دمای 70°C - در داخل میکروتیوب نگهداری شد (Harikrishnan et al., 2012).

فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون: مقدار پروتئین تام سرم با استفاده از کیت تشخیصی شرکت پارس آزمون و از روش بیوره مورد سنجش قرار گرفت. و جذب نوری لوله‌های نمونه و استاندارد را در مقابل بلانک در طول موج 550 nm به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (WPAS2000-UV/VIS, Cambridge, UK) خوانده شد و میزان پروتئین تام بر حسب g/dL محاسبه گردید (Burtis et al., 1994).

برای سنجش گلوکز از تست آنزیمی (توسط آنزیم گلوکز اکسیداز و پراکسیداز) استفاده شد و در طول موج 520 nm قرائت گردید (Trinder, 1969).

میزان کلسترول (توسط آنزیم کلسترول استراز) (Burtis et al., 1994) و تری‌گلیسرید (توسط آنزیم لیپاز، گلیسرول کیناز و پر اکسیداز) (Kaneko, 1989) با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (PFP7) ساخت کشور انگلستان، با استفاده از محلول‌ها و استانداردهای مربوطه و کیت‌های تجاری (پارس آزمون، تهران) و به ترتیب در طول موج 520 و 546 نانومتر مورد سنجش قرار گرفت. و بر حسب mg/dL محاسبه گردید.

آنالیز آماری: تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، ترکیب شیمیایی لاشه و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و آزمون مقایسه چند دامنه ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ بین تیمارهای مختلف صورت گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS 16 در محیط ویندوز XP استفاده گردید.

نتایج

شاخص‌های رشد و تغذیه: نتایج مربوط به شاخص‌های رشد، تغذیه و بقا تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. ماهی‌ها از میانگین وزن اولیه $11/77\text{ g}$ به دامنه میانگین وزن نهایی $21/49\text{ g}$ الی $51/20\text{ g}$ در طول دوره ۶۰ روزه آزمایش رسیدند. نتایج نشان داد که افزودن مقادیر ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم آستاگزانتین در هر کیلوگرم غذا تفاوت معنی‌داری را در میانگین وزن نهایی، ضریب رشد ویژه، میزان کارایی پروتئین و شاخص وضعیت در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد کرد ($p < 0/05$). همچنین اضافه نمودن ۵۰ میلی‌گرم آستاگزانتین در هر کیلوگرم غذا منجر به افزایش معنی‌دار میزان غذای دریافتی در مقایسه با تیمار شاهد شد ($p < 0/05$) در حالی‌که اضافه نمودن مقادیر مختلف آستاگزانتین به جیره غذایی تاثیر معنی‌داری بر میزان بقا و ضریب تبدیل غذایی نداشت ($p > 0/05$). درکل دوره آزمایش، بیشترین وزن نهایی، میزان غذای دریافتی و ضریب رشد ویژه، نسبت کارایی پروتئین و شاخص وضعیت در غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم آستاگزانتین در هر کیلوگرم غذا مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را در مقایسه با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم آستاگزانتین در هر

کیلوگرم غذا (به استثنای وزن نهایی) نشان دادند
($p < 0.05$).

جدول ۱: میانگین (میانگین $\pm$ خطای معیار) شاخص‌های رشد، تغذیه و بقاء ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (با ۳ تکرار)

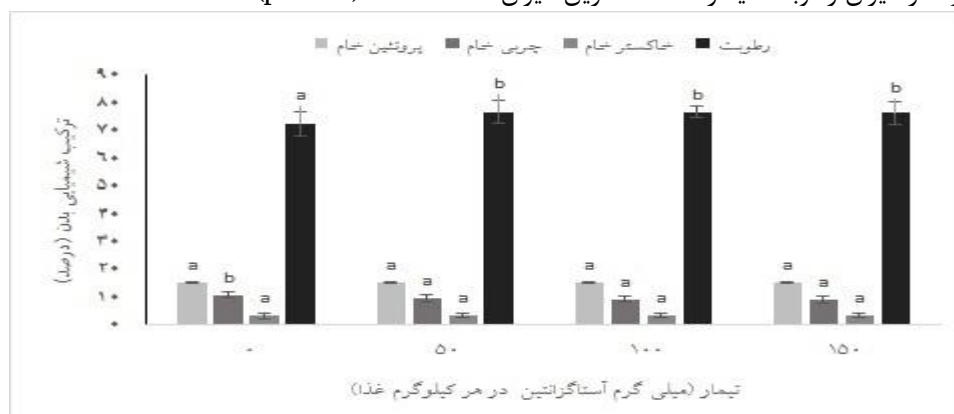
Table 1: Means (means $\pm$ SE) of growth parameters, feed and survival of grey mullet in different treatments at end of experimental (n= 3).

تیمار (میلی گرم آستاگزانتین در هر کیلوگرم غذا)				
۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۰	
۱۱/۶۶ ± ۰/۱۵ ^a	۱۱/۹۷ ± ۰/۱۳ ^a	۱۱/۸۸ ± ۰/۱۵ ^a	۱۱/۵۷ ± ۰/۱۳ ^a	وزن اولیه (گرم)
۵۱/۲۰ ± ۱ ^c	۳۳/۵۰ ± ۰/۸۴ ^b	۲۲/۰۱ ± ۰/۱۲ ^a	۲۱/۴۹ ± ۰/۱۲ ^a	وزن نهایی (گرم)
۱/۷۸ ± ۰/۰۱ ^c	۱/۷۸ ± ۰/۰۱ ^c	۱/۲۸ ± ۰/۰۳ ^b	۰/۸۶ ± ۰/۰۲ ^a	میزان غذای دریافتی (درصد وزن بدن /روز)
۲/۴۶ ± ۰/۰۴ ^c	۱/۷۰ ± ۰/۰۵ ^b	۱/۰۲ ± ۰/۰۱ ^a	۱/۰۳ ± ۰/۰۱ ^a	ضریب رشد ویژه
۰/۸۱ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۸۳ ± ۰/۰ ^a	۰/۸۳ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۸۱ ± ۰/۰ ^a	ضریب تبدیل غذا
۶/۶۰ ± ۰/۲۲ ^c	۳/۵۶ ± ۰/۱۵ ^b	۱/۷۲ ± ۰/۰۴ ^a	۱/۷۳ ± ۰/۰۴ ^a	نسبت کارایی پروتئین
۰/۹۷ ± ۰ ^c	۰/۸۷ ± ۰/۰۱ ^b	۰/۸۱ ± ۰/۰۲ ^a	۰/۸۰ ± ۰ ^a	شاخص وضعیت
۹۶/۳۲ ± ۰/۳۶ ^a	۱۰۰ ± ۰/۰ ^a	۹۹/۴۵ ± ۰/۲۳ ^a	۱۰۰/۰ ± ۰ ^a	بقاء (درصد)

حروف نامشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارهای مختلف است ($p < 0.05$).

را نشان داد و اختلاف معنی داری را با سایر نشان داد ($p < 0.05$) در حالی که از نظر میزان خاکستر و پروتئین اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد ($p > 0.05$). با افزایش غلظت آستاگزانتین به جیره غذایی، میزان چربی خام لاشه از نظر عددی کاهش یافت ولی اختلاف معنی داری بین تیمارهای تغذیه شده با آستاگزانتین مشاهده نشد ($p > 0.05$).

ترکیب شیمیایی لاشه: ترکیب شیمیایی لاشه ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰) در شکل ۱ نشان داده شده است. در پایان دوره، کمترین مقدار چربی خام در تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف آستاگزانتین مشاهده شد و اختلاف معنی داری را با تیمار شاهد نشان داد ($p < 0.05$). همچنین از نظر میزان رطوبت، تیمار شاهد کمترین میزان



شکل ۱: میانگین و خطای معیار میزان ترکیب شیمیایی لاشه تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰ با سه تکرار). حروف نامشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارهای مختلف است ($p < 0.05$).

Figure 1: Means (means $\pm$ SE) of carcass biochemical composition in different treatments at end of experimental (day 60 n=3). Different superscripts in each column show significant difference in different treatments ($p < 0.05$).

پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون: تغییرات میانگین پارامترهای بیوشیمیایی ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰) در شکل ۲ نشان داده شده است. طبق جدول ۲، اضافه کردن سطوح مختلف آستاگزانتین به جیره غذایی ماهی کفال خاکستری تفاوت معنی داری را در میزان گلوکز سرم خون در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد ننمود ($p > 0.05$). در تیمارهای تغذیه شده با سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم آستاگزانتین بر کیلوگرم غذا کمترین میزان تری گلیسرید را در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار تغذیه شده با ۵۰ میلی گرم آستاگزانتین بر کیلوگرم غذا مشاهده شد. در حالی که بین تیمار ۴۳ از این نظر اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($p > 0.05$). همچنین میزان تری گلیسرید در تیمار ۱ و ۲

تفاوت معنی داری را نشان نداد ($p > 0.05$). میزان کلسترول در تیمارهای تغذیه شده با سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم آستاگزانتین بر کیلوگرم غذا کاهش معنی داری را در مقایسه با تیمار تغذیه شده با ۵۰ میلی گرم آستاگزانتین بر کیلوگرم غذا و تیمار شاهد نشان داد ($p < 0.05$) در حالی که بین تیمار ۳ و ۴ این تفاوت معنی دار نبود ($p < 0.05$) بیشترین میزان پروتئین تام در تیمار تغذیه شده با ۱۵۰ میلی گرم آستاگزانتین در هر کیلوگرم غذا مشاهده شد و اختلاف معنی داری را در مقایسه با تیمار تغذیه شده با ۵۰ میلی گرم آستاگزانتین در هر کیلوگرم غذا و تیمار شاهد نشان داد ($p < 0.05$) در حالی که تفاوت معنی داری بین تیمار ۳ و ۴ مشاهده نشد ($p > 0.05$).

جدول ۲: میانگین و خطای معیار گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید و پروتئین تام سرم خون ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰، با سه تکرار).

Table 2: Means (means $\pm$ SE) of serum glucose, triglyceride and total protein of grey mullet in different treatments at end of experimental (day 60 n=3).

تیمار (میلی گرم آستاگزانتین در هر کیلوگرم غذا)				
۱۵۰	۱۰۰	۵۰	*	
۱۴/۰۸ $\pm$ ۰/۶۷ ^a	۱۴/۰۱ $\pm$ ۰/۹۰ ^a	۱۴/۲۶ $\pm$ ۰/۸۲ ^a	۱۳/۹۶ $\pm$ ۰/۷۸ ^a	گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)
۶۶/۰۷ $\pm$ ۳/۲۳ ^a	۶۷/۰۶ $\pm$ ۰/۶ ^a	۷۵/۸۸ $\pm$ ۵/۵ ^b	۷۶/۱۷ $\pm$ ۸/۷ ^b	کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر)
۱۸۸/۲۶ $\pm$ ۱۳/۵۷ ^a	۱۹۰/۳۷ $\pm$ ۱۳/۶۴ ^a	۲۰۴/۱۱ $\pm$ ۱۳/۰۸ ^b	۲۰۴/۲۱ $\pm$ ۱۱/۵۷ ^b	تری گلیسرید (میلی گرم بر دسی لیتر)
۷۸/۳۳ $\pm$ ۷/۸ ^c	۷۴ $\pm$ ۵/۴۳ ^{bc}	۷۱ $\pm$ ۳/۰۸ ^{ab}	۶۷ $\pm$ ۱/۵۷ ^a	پروتئین تام (میلی گرم بر لیتر)

حروف نامشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارهای مختلف است ($p < 0.05$).

بحث

تغییرات شاخص های رشد و تغذیه در بین تیمارهای مختلف در این تحقیق، نشان داد که اضافه نمودن مقادیر مختلف آستاگزانتین به استثنای ۵۰ mg/kg به جیره غذایی، منجر به افزایش معنی داری شاخص های رشد و تغذیه به استثنای ضریب تبدیل غذایی شد. بیشترین وزن نهایی، میزان غذای دریافتی و ضریب رشد ویژه، نسبت کارایی پروتئین و شاخص وضعیت در غلظت ۱۵۰ میلی گرم آستاگزانتین در هر کیلوگرم غذا مشاهده شد و اختلاف معنی داری را در مقایسه با غلظت ۱۰۰ میلی گرم آستاگزانتین در هر کیلوگرم غذا (به استثنای وزن نهایی)

نشان نداد و از نظر بقاء بین تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نشد که با نتایج به دست آمده از فاکتورهای رشد و تغذیه فیل ماهی تغذیه شده با ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm و آستاگزانتین جلبک *H. pluvialis* (Faghani et al., 2013) و گربه ماهی زرد تغذیه شده با ۸۰ mg/kg آستاگزانتین (Liu et al., 2016) همخوانی نداشت که دلیل مغایرت نتایج را می توان عادات غذایی مختلف، اختلاف فرمولاسیون غذایی ماهیان و اختلاف طعم و مزه مطلوب در گونه های مختلف ماهیان دانست (Liu et al., 2016). به عنوان مثال، Faghani و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که فاکتورهای رشد از قبیل درصد افزایش

وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، نسبت کارایی پروتئین و شاخص وضعیت اگرچه در تیمارها در مقایسه با شاهد وضعیت بهتری داشته اما تفاوت معنی داری را نشان نداد در حالی که میزان بازماندگی در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار ۵۰ ppm تفاوت معنی داری را نشان داده است که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی نداشت. می توان گفت آستازانتین نقش موثری را به عنوان واسطه در سوخت و ساز بدن، تسریع در هضم و جذب بدن، افزایش بهروری مواد غذایی، و در نتیجه عملکرد رشد موجودات آبی ایفاء می نماید (Niu et al., 2009).

اضافه نمودن سطوح مختلف آستازانتین به جیره غذایی منجر به کاهش معنی دار میزان چربی خام لاشه و افزایش معنی دار میزان رطوبت در مقایسه با تیمار شاهد شد در حالی که بین تیمارهای تغذیه شده با آستازانتین این اختلاف معنی دار نبود. می توان گفت که همچنین استفاده از آستازانتین در جیره غذایی، نقش مهمی در سنتز و متابولیسم چربی دارد (Rehulka, 2000). از نظر میزان خاکستر و پروتئین خام تفاوت معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد. Faghani و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که درصد رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین در فیل ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف آستازانتین (۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm) تفاوت معنی داری را با تیمار شاهد نشان نداد که از نظر میزان خاکستر و پروتئین خام با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی داشت. مطالعه ای که توسط Rehulka (۲۰۰۰) انجام شد نشان داد که آستازانتین علاوه بر اهمیت آن در تولید رنگ جذاب در عضله، اثرات فیزیولوژیکی مهمی در متابولیسم چربی و کلسیم دارد. Faghani و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که میزان درصد رطوبت و چربی در ترکیب شیمیایی کبد فیل ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف آستازانتین تفاوت معنی داری را در مقایسه با شاهد نشان داد که این موضوع نشان داد که متابولیسم بهتر چربی در بافت های کبد صورت گرفته است. بنابر این می توان گفت که آستازانتین نقش مهمی در حفظ و عملکرد نرمال سلولی و نهایتا سلامتی خواهد داشت. تعدادی از محققین معتقد هستند که سنجش سطح

گلوکز خون شاخص مهمی برای ارزیابی ماهیان در شرایط تحت استرس می باشد (Hsieh et al., 2003). پروتئین سرم منجر به ثبات pH، فشار اسمری و انتقال بیلی روبین، اسیدهای چرب، کلسترول و فسفاتید می شود (Liu et al., 2016). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اضافه نمودن سطوح مختلف آستازانتین به جیره غذایی ماهی کفال خاکستری تفاوت معنی داری را از نظر میزان گلوکز سرم خون در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد ننمود در حالی که اضافه نمودن ۱۰۰ و ۱۵۰ mg/kg آستازانتین به جیره غذایی منجر به افزایش معنی دار پروتئین تام و کاهش معنی دار تری گلیسرید و کلسترول در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار حاوی ۵۰ mg/kg آستازانتین شد که با نتایج به دست آمده از تحقیق صورت گرفته بر روی گربه ماهی زرد تغذیه شده با ۸۰ mg/kg آستازانتین از نظر گلوکز و پروتئین تام همخوانی داشت (Liu et al., 2016). که این موضوع نشان می دهد که استفاده از مکمل آستازانتین در جیره غذایی (علی الخصوص غلظت ۸۰ mg/kg) منجر به صرفه جویی در مصرف پروتئین به منظور تامین انرژی باشد. در تحقیقی دیگر Rehulka در سال ۲۰۰۰ به بررسی اثرات آستازانتین بر روی رشد، فاکتورهای خونی و برخی فاکتورهای بیوشیمیایی ماهی قزل آلا رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرداخته است. در این پژوهش در ماهی تغذیه شده با رژیم حاوی ۴۹/۸ میلی گرم بر کیلوگرم آستازانتین میزان تری گلیسرید و کلسترول پلاسما کاهش معنی داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی داشت که این موضوع در ارتباط با نقش تحریک کننده آستازانتین در متابولیسم قند و چربی و اثر مثبت سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ mg/kg آستازانتین بر پارامترهای خون شناسی می باشد (Rehulka, 2000) هم چنین می توان گفت که آستازانتین با نقش آنتی اکسیدانی خود نیز می تواند با کاهش تری گلیسرید منجر به کاهش پراکسیداسیون لیپید در پلاسما و بافت شود و از تخریب غشاء سلولی جلوگیری نماید (Ahmadi et al., 2008; Farhangi et al., 2013).

در کل، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از غلظت ۱۰۰ و ۱۵۰ mg/kg آستازانتین منجر بهبود

acid in a viviparous marine teleost, Korean rochfish (*Sebaster Schlegeli*) In: Ascorbic acid in aquatic organism. Dabrowski, K., (Eds.) CRC press. 69-85.

Burtis, C.A., Ashwood, E.R. and Brund, D.E., 1994. Tietz Textbook of Clinical Chemistry (5thed.). W.B. Saunders Company. Philadelphia. USA. 560 p.

Christiansen, R., Lie, Q. and Torrissen, J., 1994. Effect of astaxanthin and vitamin A on growth and survival during first feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Aquaculture and Fisheries Management, 25: 903-914.

DOI: 10.1111/j.1365-2109.1994.tb01352.x

Faghani, T., Soltani, M., Shamsae, M. and Matinfar, A., 2013. The effect of dietary natural Astaxanthin (*Haematococcus pluvialis*) on the growth parameters, carcasses and liver chemical composition in juvenile beluga (*Huso huso* Linnaeus, 1758). Journal of Marine Biology, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, 5: 69-78.

Farhangi, M., Ahmadi, S., Rafii, G.R., Ghaednia, B. and Taghavi, R., 2013. Effect of different levels of dietary astaxanthin on biochemical parameters and non-specific immune in *Litopenaeus vannamei* against low oxygen stress Journal of Marine Sciences and Technology, 2: 103-114.

Guerin, M., Huntley, M.E. and Olaizola, M., 2003. Haematococcus astaxanthin: applications for human health and nutrition. Trends Biotechnology, 21: 210-216.

Doi: 10.1016/S0167-7799(03)00078-7

عملکرد رشد (ضریب رشد ویژه و شاخص وضعیت)، تغذیه (میزان غذای دریافتی و نسبت کارایی پروتئین)، کیفیت لاشه (چربی و رطوبت) و پارامترهای بیوشیمیایی خون (کلسترول، تری گلیسرید و پروتئین تام) ماهی کفال خاکستری می شود. در نهایت با توجه به این نکته که بین جیره های ۱۰۰ و ۱۵۰ آستاگزانتین تفاوت معنی داری از نظر فاکتورهای مورد بررسی شده مشاهده نشد و از طرف دیگر به دلیل صرفه اقتصادی می توان جیره ۱۰۰ mg/kg آستاگزانتین را مناسب ترین جیره در این آزمایش معرفی کرد. لذا استفاده از سطوح مناسب آستاگزانتین در جیره غذایی گونه های مختلف ماهیان اعم از آب شور و شیرین در شرایط مختلف پرورشی با توجه به تنش های فیزیکی و شیمیایی حاکم بر سیستم های پرورشی همچنین بررسی اثر کارتنوئیدها بر متابولیسم و فعالیت آنزیم های کبدی در ماهیان پرورشی را برای مطالعه های آتی می توان پیشنهاد نمود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری ریاست و پرسنل محترم مرکز تحقیقات شیلات آب های دور چابهار و کارشناس محترم آزمایشگاه شبکه دامپزشکی چابهار تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

Ahmadi, S., Farhangi, M., Rafii, G.R. and Ghaednia, B., 2008. Effect of different levels of astaxanthin on growth parameters and survival in *Litopenaeus vannamei*. Journal of Marine Sciences and Technology, 1-2: 1-12.

AOAC, 1989. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Method Of Analysis Of the Association of Official Analytical Chemists, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.

Bai, S.C., 2001. Requirements of L-ascorbic

- Harikrishnan, R., Kim, J., Balasundaram, C. and Heo, M., 2012.** Immunomodulatory effects of chitin and chitosan enriched diets in *Epinephelus bruneus* against *Vibrio alginolyticus* infection. *Aquaculture*, 326: 46-52. DOI:10.1016/j.aquaculture.2011.11.034.
- Hsieh, S.L., Chen, Y.N. and Kuo, C.M., 2003.** Physiological responses, desaturase activity and fatty acid composition in milkfish (*Chanos chanos*) under cold acclimation. *Aquaculture*, 220: 903-918. DOI:10.1016/S0044-8486(02)00579-3.
- Hussein, G., Sankawa, U., Goto, H., Matsumoto, K. and Watanabe, H., 2006.** Astaxanthin, a carotenoid with potential in human health and nutrition. *Journal of Natural Products*, 69:443-449. DOI: 10.1021/np050354+
- Kaneko, J.J., 1989.** Clinical biochemistry of domestic animals, Fourth edition. Academic press. Inc. Lim, C., Klesius, P.H., Li, M.H., Robinson, E.H., 2000. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, haematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. *Aquaculture*, 185: 313-327. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00352-X.
- Liu, F., Shi, H., Guo, Q., Yu, Y., Wang, A., Ly, F. and Shen, W. 2016.** Effects of astaxanthin and emodin on the growth, stress resistance and disease resistance of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Fish and Shellfish Immunology*, 51: 125-135. DOI: 10.1016/j.fsi.2016.02.020.
- Merchie, G., Kontara, E., Lavens, P., Robles, R., Kurmaly, K. and Sorgeloos, P. 1998.** Effect of vitamin C and astaxanthin on stress and disease resistance of post larval tiger shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius). *Aquaculture Research*, 29: 579-585. DOI: 10.1046/j.1365-2109.1998.00245.x
- Niu, J., Tian, L.X., Liu, Y.J., Yang, H.J., Ye, C.X., Gao, W. and Mai, K.S., 2009.** Effect of dietary astaxanthin on growth, survival and stress tolerance of postlarval shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of World Aquaculture Society*, 40: 795-802. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2009.00300.x
- Olaizola, M. and Huntley M.E., 2003.** Recent advances in commercial production of astaxanthin from microalgae. In: Fingerman M, Nagabhushanam R (eds) *Biomaterials and bioprocessing*. Science Publishers. pp: 87-118.
- Rehulka, J., 2000.** Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 190: 27-47. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00383-5.
- Torrissen, O.J., Hardy R.W. and Shearer K.D., 1989.** Pigmentation of salmonids carotenoid deposition and metabolism; Review of Aquatic Sciences, 1: 209-225.
- Trinder, P., 1969.** Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor *Annals of Clinical Biochemistry*, 6: 24-27.

- Wahli, T., Verlhac, V., Griling, P., Gabaudan, J. and Aebischer, C. 2003.**
Influence of dietary vitamin C on the wound healing process in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 225: 371-386.
DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00302-8.

Effect of astaxanthin on growth, body chemical composition and some blood serum biochemical indices in grey mullet, *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758

Rigi ghazagh H.¹; Aberoumand A.^{1*}; Ziaeinejad S.¹; Akbary P.²

* aberoumandali@yahoo.com

1- Fisheries Group, Natural Resources Faculty, Behbahan Khatem Alanbia University of Technology, Behbahan, Ahvaz, Iran

2-Fisheries Group, Marine Sciences Faculty, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

Abstract

This experiment was conducted to evaluate the effect of astaxanthin on the growth performances (final weight (FW), specific growth ratio (SGR) and condition factor (CF) feed indices (feed conversion rate (FCR), voluntary feed intake (VFI) and protein efficiency ratio (PER)), body chemical (protein, fat, moisture and ash) and some blood serum biochemical parameters (total protein, glucose, triglyceride and cholesterol) of *Mugil cephalus* for 60 days. The experiment was conducted in a completely randomized design with 120 of *Mugil cephalus* (with average weight of 11.77 ± 0.07 g) in 4 treatments and 3 replicates ($n=10$ in each replicate) and included: control group without using astaxanthin, an another groups (treatment 2, 3 and 4) the amounts of astaxanthin were 50,100 and 150 mg/kg food. The results showed that at the end of experiment, the highest FW (4.22 ± 0.11 g), DGI ($1.77 \pm 0.51\%$), the lowest FCR (0.95 ± 0.05), the highest SGR, PER and CF were observed in the diet containing 150 mg /kg astaxanthin ($p<0.05$). Also, the highest FW and total protein and the lowest triglyceride and cholesterol were observed diets containing 100 and 150 mg /kg astaxanthin. The lowest crude fat was observed in treatments containing astaxanthin ($p<0.05$). in Finally, diet containing 100 mg/kg astaxanthin could improve growth, feed performances, carcass quality and blood chemical parameters in *Mugil cephalus*.

Keywords: *Mugil cephalus*, Astaxanthin, Carcass composition, Glucose, Total protein

*Corresponding author