

اثر عصاره جلبک پادینا (*Padina astraulis* Hauck) بر روی رشد، تغذیه، مشخصات اسیدهای چرب و ترکیب شیمیایی لاشه ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758)

پریا اکبری^{۱*}، ناصر شهرکی^۱

*paria.akbary@gmail.com

۱- دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۴

چکیده

تحقیق حاضر بمنظور بررسی اثر عصاره جلبک پادینا (*Padina astraulis*) بر شاخص‌های رشد (وزن نهایی و میزان رشد روزانه)، تغذیه (ضریب تبدیل غذایی، میزان غذای دریافتی، کارایی مصرف پروتئین، کارایی مصرف چربی)، ترکیب شیمیایی (میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر) و اسیدهای چرب بدن ماهی کفال خاکستری به مدت ۶۲ روز صورت گرفت. در این مطالعه، تعداد ۳۶۰ قطعه لارو کفال ماهی با میانگین وزنی 0.82 ± 0.02 g در یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار آزمایشی و ۳ تکرار (با تعداد ۳۰ قطعه در هر تکرار) که شامل تیمار آزمایشی شاهد (بدون استفاده از عصاره جلبک) و تیمارهای آزمایشی ۲، ۳، ۴ میزان استفاده از عصاره جلبک به ترتیب ۵، ۱۰، ۱۵ g/kg، در بهمن ماه ۱۳۹۳ مورد تغذیه قرار گرفتند. نتایج حاصله نشان داد که در پایان آزمایش، بالاترین وزن نهایی 4.22 ± 0.11 g، بیشترین میزان رشد روزانه 1.77 ± 0.51 ، کمترین ضریب تبدیل غذا 0.95 ± 0.05 ، بالاترین میزان غذای دریافتی 2.81 ± 0.12 ، بالاترین کارایی مصرف پروتئین 2.91 ± 0.78 ، بالاترین کارایی مصرف چربی 18.95 ± 0.08 و بیشترین سطوح اسیدهای چرب غیر اشباع چند زنجیره‌ای (PUFA) شامل اسید لینولئیک 6.51 ± 0.04 ، اسید لینولئیک (4.81 ± 0.09 %) و ایکوزا پنتانویک اسید (5.21 ± 0.10 %) در تیمار حاوی ۱۵ g/kg عصاره جلبک مشاهده شد. که با تیمار شاهد دارای تفاوت معنی‌دار بود ($P < 0.05$). در مجموع بر اساس نتایج این تحقیق، افزودن ۱۵ g/kg عصاره جلبک پادینا به جیره غذایی ماهی کفال خاکستری بمنظور بهبود شاخص‌های رشد، تغذیه، کیفیت لاشه و افزایش اسیدهای چرب چند زنجیره‌ای در این ماهی پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: ماهی کفال خاکستری، جلبک پادینا، ترکیب لاشه، اسید چرب، محرک رشد

*نویسنده مسئول

مقدمه

جمعیت جلبک‌های ماکروسکوپی بعنوان اولین تولیدکننده، نقش محوری اصلی را در گردش مواد در زنجیره غذایی زیست بوم‌های دریا بازی نموده که منبع غذایی مهمی برای موجودات دریایی (ماهی و نرم‌تنان) محسوب می‌شوند. در طول چند دهه گذشته، استفاده از جلبک‌های ماکروسکوپی بدلیل وجود مواد مختلف فیزیولوژیکی نظیر ضد اکسیدان، ضد التهاب، ضد سرطان و ایمنی در مصارف انسانی و صنعتی نظیر دارو و سوخت-های زیستی مورد استقبال قرار گرفته است (Fleurence et al., 2012; Choi et al., 2015).

مطالعات متعددی در ارتباط با اضافه نمودن جلبک‌های دریایی بعنوان منبع پروتئین در جیره غذایی نتایج متناقضی را در زمینه عملکرد رشد در گونه‌های مختلف ماهی نشان داد بعنوان مثال، منجر به افزایش رشد در ماهی سیم دریایی (*Pagrus major*) (Mustafa et al., 1995) و کاهش رشد در قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Soler-Vila et al., 2009) شد. سطح بهینه اضافه نمودن جلبک‌های دریایی به جیره غذایی که منجر به عملکرد بهتر رشد گردد در گونه‌های مختلف متغیر بود (Choi et al., 2015). همچنین تاثیر آنها بر عملکرد رشد بسته به گونه‌های جلبک دریایی و غلظت‌های آنها متفاوت می‌باشد (Soler-Vila et al., 2009). لذا به تحقیقات بیشتری در زمینه اضافه نمودن غلظت مناسب جلبک دریایی که منجر به عملکرد مثبت رشد ماهی گردد، نیاز است.

امروزه در آبرزی پروری غذا بالا ترین و بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. بنابراین دانش تغذیه و تغذیه عملی و روش‌های آن به منظور تهیه و تامین غذای مناسب و ارزان قیمت می‌تواند نقش مهمی در کاهش هزینه‌ها و پرورش موفق آبریان را به همراه داشته باشد (Pereira et al., 2012). از آنجاییکه پراکنش جلبک‌های ماکروسکوپی در سواحل خلیج فارس و دریای عمان بسیار است و سرشار از پروتئین می‌باشد لذا می‌تواند جایگزین مناسبی برای ترکیبات گران قیمت غذای آبریان باشد (Zheng et al., 2012). تحقیق صورت گرفته در

زمینه اثر اضافه نمودن جلبک قرمز (*Pyropia yezoensis*) به جیره غذایی کفشک ماهی زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) نشان داد که اضافه نمودن عصاره جلبک به جیره غذایی منجر به افزایش رشد، ایمنی و افزایش سطح اسیدهای چرب چند زنجیره (PUFA) شد (Choi et al., 2015). همچنین نتایج مشابه در ارتباط با اثر جلبک قرمز (*Pyropia yezoensis*) بر روی عملکرد رشد سیم دریایی (*Pagrus major*) بدست آمده است (Mustafa et al., 1995). اما تاکنون مطالعه‌ای در زمینه اثر عصاره جلبک پادینا (*Padina australis*) بر روی رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی و مشخصات اسیدهای چرب در ماهی کفال خاکستری نظر به اینکه این ماهی دارای ارزش اقتصادی قابل توجهی است، صورت نگرفته است. لذا هدف از این تحقیق، بررسی عصاره جلبک پادینا بعنوان مکمل غذایی بر روی رشد، تغذیه، مشخصات اسیدهای چرب و ترکیب شیمیایی لاشه در ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) می‌باشد.

مواد و روشها

ماهی و شرایط پرورش

این پژوهش در بهمن ماه ۱۳۹۳ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهی مرکز تحقیقات شیلات آب‌های دور چابهار وابسته به موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور انجام شد. ۳۶۰ قطعه لارو ماهیان کفال خاکستری از اسکله رمین واقع در ۵ کیلومتری بندر چابهار صید و به محل آزمایش، انتقال داده شد. پس از طی دوره سازگاری بمدت دو هفته و اطمینان از سلامتی آنها، لاروها با میانگین وزنی 0.02 ± 0.0082 g و میانگین طولی 0.81 ± 0.04 cm شمارش شده و با تراکم ۳۰ قطعه به ۱۲ مخزن ۶۰L منتقل شدند. در طول دوره، فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی آب اندازه‌گیری شد. بطور میانگین در کل دوره درجه حرارت آب 28.2 ± 0.5 °C، اکسیژن محلول 7.01 ± 0.87 mg/L و pH آب 7.8 ± 0.4 بود. در طی دوره آزمایش دوره نوری بصورت ۱۲D:۱۲D بود. بمنظور هوادهی و نیاز اکسیژن لاروها به هر یک از مخزن‌ها یک سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود نصب گردید. تیمارهای مورد استفاده در

آماده‌سازی جیره و غذادهی به ماهیان

بمنظور اضافه نمودن سطوح مختلف مکمل به غذای کنسانتره ابتدا مقدار غذا را برای کل دوره (۶۲ روز) برای هر تیمار محاسبه سپس با درصد مشخصی آب مقطر (mL) ۴۰ عصاره به جیره اضافه شد تا به حالت خمیری درآمد. با استفاده از چرخ گوشت با چشمه ۰/۵ میلی متری خمیر عبور داده شد و به شکل پلت در مجاورت هوا خشک گردید و سپس برای مصرف در کل دوره آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Choi *et al.*, 2015). مقدار غذای روزانه با توجه به درصد وزن بدن (توده زنده) محاسبه شد و در نوبت صبح و عصر به میزان ۷٪ وزن بدن (در حد سیری) در اختیار لارو ماهیان قرار گرفت. عمل تمیز نمودن بصورت یک روز در میان انجام و باقیمانده غذایی و مدفوع ماهی ها از مخازن خارج گردید. آنالیز ترکیب شیمیایی رژیم‌های غذایی مورد آزمایش در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

تحقیق حاضر شامل: تیمار شاهد که تنها با غذای تجاری (شرکت تعاونی تولیدی ۲۱ بیضاء، شیراز)، ۳ تیمار با سطوح ۱۰، ۵، ۱۵ و ۱۵ g/kg عصاره جلبک پادینا بودند که برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد و طی یک دوره ۶۲ روزه مورد استفاده قرار گرفتند.

تهیه جلبک پادینا و آماده‌سازی عصاره

جمع‌آوری جلبک پادینا از سواحل تیس واقع در ۵ کیلومتری بندر چابهار هنگام جزر صورت گرفت و با کلید شناسایی مرکز تحقیقات شیلات ابهای دور مورد تایید قرار گرفت و سپس در فضای آزاد و به دور از نور مستقیم خورشید خشک گردید و توسط دستگاه همزن برقی کاملاً به حالت پودر تبدیل شدند. ۵۰ گرم از پودر حاصل را درون فیلتر استوانه ای دستگاه سوکسله ریخته سپس ۴۰۰ میلی‌لیتر از حلال متانول را درون فلاسک دستگاه ریخته و با نصب کامل دستگاه استخراج سوکسله (Soxhlet extractor) (اتصال فلاسک به مبرد و سوکسله) منبع حرارت دهنده دستگاه روشن گردید. در این حال با تبخیر مرتب حلال از بالن تحتانی، به طور مداوم حلال خالص بر روی ماده گیاهی قرار گرفته و موجب خروج کامل مواد موثره از درون سلولهای جلبک گردید پس از ۱۲ ساعت محتویات فلاسک در دستگاه خشک کن در شرایط خلاء کاملاً خشک گردید و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Harikrishnan *et al.*, 2003).

جدول ۱. ترکیب شیمیایی رژیم‌های غذایی مورد آزمایش

رژیم‌های غذایی (g/kg) عصاره جلبک پادینا				
۱۵	۱۰	۵	۰	ترکیب شیمیایی (درصد)
۵۱/۶	۵۰/۶	۵۱	۵۱/۶	پروتئین خام
۱۱/۲	۱۱/۴	۱۱	۱۱/۹	چربی خام
۱۲/۶	۱۱/۸	۱۲	۱۲/۱	خاکستر خام
۶/۴	۵/۷	۵/۶	۶/۳	رطوبت

BWf=وزن نهایی (g) BWi=وزن اولیه (g)

AL=مقدار چربی داده شده به هر ماهی

آنالیز ترکیب اسیدهای چرب

بمنظور آنالیز اسیدهای چرب، لیپید بدن به کمک مخلوط اتانول و کلروفرم بر طبق روش Folch و همکاران (۱۹۵۷) جدا سازی شد. سپس برای بررسی ترکیب اسیدهای چرب نمونه ها از دستگاه کروماتوگرافی مدل Unicam 4600 استفاده شد. ستون این دستگاه از نوع BP*70 بطول ۳۰ m و قطر ۰/۱ mm بود و دمای ستون ۲۰۰°C و دمای انژکتور ۲۴۰°C تنظیم شد. با تزریق نمونه (۰/۳ μl) بوسیله سرنگ هامپلتون به دستگاه و با عبور گازی هلیوم استرهای متیله اسیدهای چرب بصورت بخار در آمده و از ستون به صورت مجزا خارج شده و نمودار آنها ترسیم گردید. استرهای متیله اسیدهای چرب برحسب درصد کل اسیدهای چرب محاسبه شدند.

آنالیز لاشه

به منظور تعیین ترکیب لاشه، در پایان دوره آزمایش (روز ۶۳) از هر مخزن آزمایش، به صورت تصادفی ۳ قطعه لارو ماهی پس از تحمل ۲۴ 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 ۱۰۵°C و توزین نمونه بعد از خنک شدن و خاکستر از طریق سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰°C به مدت ۶ h و توزین نمونه پس از خنک شدن محاسبه شدند (AOAC, 1989).

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده های حاصل از اندازه گیری شاخص های رشد، تغذیه و ترکیب لاشه با استفاده از آنالیز

زیست سنجی و بررسی فراسنجه های رشد و تغذیه به منظور اندازه گیری شاخص های رشد، در انتهای آزمایش تمام لاروهای هر مخزن خارج شده و وزن (با دقت ۰/۰۱) و طول (با دقت ۱mm) آنها ثبت گردید. با استفاده از داده های حاصل از زیست سنجی ها، میزان پروتئین موجود در غذا و اندازه گیری پروتئین لاشه، شاخص های رشد میزان رشد روزانه (Wahli et al., 2003)، میزان غذای دریافتی (Misra et al., 2006)، ضریب تبدیل غذایی (Lim et al., 2000)، کارایی مصرف پروتئین و کارایی مصرف چربی (Bai, 2001) تعیین شد.

میزان رشد روزانه (DGR)

$$DGR = \frac{[(WG \times 100)/(Wi + Wf) / 2]}{t}$$

Wf=وزن نهایی (g) Wi=وزن اولیه (g)

WG=افزایش وزن بدست آمده (g)

ضریب تبدیل غذایی (FCR)

$$FCR = \frac{F}{wf - wi}$$

F=مقدار غذای مصرف شده (گرم)

Wf=وزن نهایی (g) Wi=وزن اولیه (g)

میزان غذای دریافتی (VFI)

$$VFI = \frac{100 \times \text{crude feed intake} / (Wf + Wi/2)}{t}$$

Wf=وزن نهایی (g) Wi=وزن اولیه (g)

کارایی مصرف پروتئین (PER)

$$PER = \frac{BWf - BWi}{AP}$$

BWf=وزن نهایی (g) BWi=وزن اولیه (g)

AP=مقدار پروتئین داده شده به هر ماهی

کارایی مصرف چربی (PER)

$$PER = \frac{BWf - BWi}{AL}$$

نهایی (FW)، میزان غذای دریافتی (VFI) و میزان رشد روزانه (DGR)، کارایی مصرف پروتئین (PER) و چربی (LER) در غلظت ۱۵ g/kg عصاره جلبک مشاهده شد ولی در کل این شاخص‌ها، اختلاف معنی داری را در مقایسه با غلظت ۱۰ g/kg نشان نداد ($p > 0.05$). در کل دوره آزمایش، بین همه تیمارها از نظر میزان بقاء اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($p > 0.05$).

ترکیب شیمیایی لاشه

ترکیب شیمیایی لاشه ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۲) در نمودار شماره ۱ نشان داده شده است. در پایان دوره، از نظر عددی بیشترین مقدار پروتئین خام (% ۱۱/۰۳ ± ۲۳/۵۱)، چربی خام (% ۱۸/۹۵ ± ۰/۰۸) در تیمار ۴ مشاهده شد ولی اختلاف معنی داری را با تیمار ۳ نشان نداد ($P > 0.05$). همچنین از نظر میزان رطوبت، تیمار ۳ بیشترین میزان نشان داد اما اختلاف معنی داری را با تیمار ۴ نشان نداد ($P > 0.05$). همچنین از نظر میزان خاکستر اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد ($P > 0.05$). با افزایش غلظت جلبک پادینا به جیره غذایی، میزان پروتئین و چربی خام لاشه افزایش معنی داری را نشان داد در حالیکه از نظر میزان چربی خام از نظر بین تیمار ۳ و ۴ این اختلاف مشاهده شده معنی دار نبود ($P > 0.05$).

واریانس یکطرفه (ANOVA) و آزمون مقایسه چند دامنه ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ بین تیمارهای مختلف صورت گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS 16 در محیط ویندوز XP استفاده گردید.

نتایج

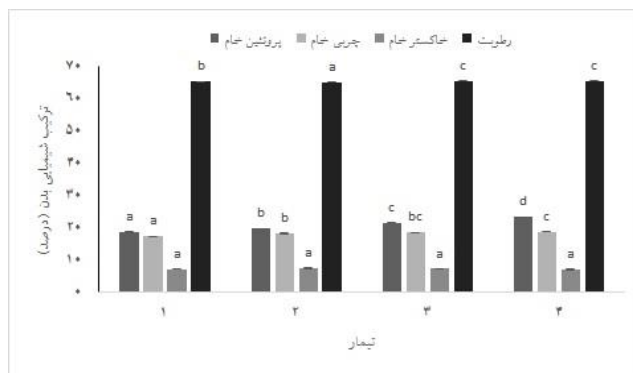
شاخص های رشد و تغذیه

نتایج مربوط به شاخص های رشد، تغذیه و بقاء تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش در جدول شماره ۲ ارائه شده است. ماهیها از میانگین وزن اولیه ۰/۸۲ g به دامنه میانگین وزن نهایی (FW) ۱/۶۳ g الی ۴/۲۲ g در طول دوره ۶۲ روزه آزمایش رسیدند. نتایج نشان داد که افزودن مقادیر مختلف عصاره جلبک پادینا به جیره های غذایی تفاوت معنی داری را در میانگین کارایی مصرف پروتئین (PER) و چربی (LER)، در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد کرد ($P < 0.05$). تنها اضافه نمودن ۱۰ g/kg و ۱۵ عصاره جلبک پادینا به غذا منجر به افزایش معنی دار میانگین وزن نهایی (WF)، میزان غذای دریافتی (VFI) و میزان رشد روزانه (DGR) در کل دوره آزمایش در مقایسه با تیمار شاهد شد ($p < 0.05$) و تنها غلظت ۱۵ g/kg عصاره جلبک پادینا کاهش معنی داری را در ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد ($p < 0.05$). همچنین در کل دوره آزمایش، از نظر عددی بیشترین وزن

جدول ۲. مقایسه میانگین (میانگین ± خطای معیار) شاخص های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف طی دو دوره آزمایش (n=۶۰)

	تیمار			
	۴	۳	۲	۱
بقاء				
(g) IW	۰/۶۸ ± ۰/۰۲	۰/۷۴ ± ۰/۰۳	۰/۷۵ ± ۰/۰۳	۰/۷۵ ± ۰/۰۶
(g) FW	۲/۲۰ ± ۰/۰۹ ^c	۱/۸۱ ± ۰/۰۶ ^{ab}	۱/۶۸ ± ۰/۰۸ ^{ab}	۱/۵۹ ± ۰/۰۷ ^a
(%) VFI	۰/۸۷ ± ۰/۰۲ ^b	۰/۸۲ ± ۰/۰۳ ^{ab}	۰/۷۸ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۷۵ ± ۰/۰۲ ^a
(%) DGR	۱/۰۷ ± ۰/۰۴ ^b	۰/۹۷ ± ۰/۰۱ ^{ab}	۰/۸۹ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۸۸ ± ۰/۰۲ ^a
FCR	۱/۰۳ ± ۰/۰۱	۱/۰۵ ± ۰/۰۲	۱/۰۵ ± ۰/۰۱	۱/۰۵ ± ۰/۰۲
PER	۲/۰۱ ± ۰/۰۳ ^c	۱/۸۸ ± ۰/۰۱ ^b	۱/۸۵ ± ۰/۰۳ ^b	۱/۵۰ ± ۰/۰۶ ^a
LER	۸/۷۸ ± ۰/۰۴ ^e	۸/۷۵ ± ۰/۰۸ ^c	۸/۳۳ ± ۰/۰۹ ^b	۸/۲۵ ± ۰/۰۷ ^a

وجود حروف غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی دار است ($P < 0.05$). تیمار ۱ تا ۴ برترتیب حاوی ۱۰۰، ۵۰، ۱۵ و ۵ عصاره جلبک پادینا می باشد.



نمودار ۱. ترکیب شیمیایی لاشه کفال ماهی در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۲) (میانگین \pm خطای معیار) ($n=9$) وجود حروف غیر همسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی دار است ($P < 0.05$).

ترکیب اسیدهای چرب

میزان اسیدهای چرب بدن کفال ماهی در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش در جدول شماره ۳ ارائه شده است. میزان اسید چرب چند زنجیره غیر اشباع (PUFA) در گروههای تغذیه شده با عصاره جلبک پادینا بطور معنی دار بیشتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$). در حالیکه بیشترین میزان PUFA در تیمار ۳ (حاوی ۳ g/kg) ۱۰ عصاره جلبک مشاهده شد. کمترین میزان مریستیک

اسید (C۱۴:۰)، پالمئولتیک اسید (C۱۶:۰) و اسید اولئیک (C۱۸:۱ n-۳) در تیمار ۳ مشاهده شد و اختلاف معنی داری را با سایر تیمارها نشان داد در حالیکه میزان لینولنیک اسید (C۱۸:۳ n-۳) و ایکوزا پنتانویئیک اسید (C۲۲:۵ n-۳) از دسته PUFA در تیمار ۴ بطور معنی دار بیشتر از تیمار شاهد بود و اختلاف معنی داری را در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد ($P < 0.05$).

جدول ۳. تغییرات میانگین (میانگین \pm خطای معیار) ترکیب اسیدهای چرب بدن کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۲، با سه تکرار)

تیمار	۴	۳	۲	۱	
	۱/۷۶ \pm ۰/۰۳ ^a	۲/۱۰ \pm ۰/۰۱ ^b	۲/۱۲ \pm ۰/۰۳ ^b	۳/۲۱ \pm ۰/۰۳ ^c	C۱۴:۰
	۱۸/۳۱ \pm ۱/۰۴ ^a	۲۰/۷۰ \pm ۰/۰۶ ^b	۲۴/۷۴ \pm ۱/۰۷ ^c	۲۵/۰۱ \pm ۰/۰۸ ^c	C۱۶:۰
	۴/۳۹ \pm ۰/۴۵ ^a	۵/۳۸ \pm ۰/۲۸ ^b	۵/۳۱ \pm ۰/۰۴ ^{ab}	۴/۷۸ \pm ۰/۰۳ ^{ab}	C۱۸:۰
	۰/۴۹ \pm ۰/۰۱ ^a	۰/۵۰ \pm ۰/۰۲ ^a	۰/۵۰ \pm ۰/۰۱ ^a	۰/۴۸ \pm ۰/۰۱ ^a	C۲۲:۰
	۳۳/۰۱ \pm ۱/۷۷ ^a	۳۲/۷۳ \pm ۲/۳۴ ^a	۳۱/۵۵ \pm ۱/۱۴ ^a	۳۳/۴۹ \pm ۱/۰۷ ^a	SFA*
	۰/۲۲ \pm ۰/۰۰ ^a	۰/۲۷ \pm ۰/۰۱ ^b	۰/۳۶ \pm ۰/۰۱ ^c	۰/۵۱ \pm ۰/۰۲ ^d	C۱۴:۱ n
	۴/۱ \pm ۰/۱۵ ^a	۴/۰ \pm ۰/۱۷ ^a	۴/۲۹ \pm ۰/۰۱ ^a	۴/۳۶ \pm ۰/۰۳ ^d	C۱۶:۱ n
	۱۵/۵۹ \pm ۰/۰۱ ^c	۱۲/۵۲ \pm ۰/۳۳ ^a	۱۳/۸۸ \pm ۰/۰۶ ^b	۱۶/۳۰ \pm ۰/۰۳ ^d	C۱۸:۱ n-۹
	۲۷/۱ \pm ۱/۰ ^a	۲۶/۹۵ \pm ۱/۲۵ ^a	۲۶/۹۶ \pm ۱/۰۹ ^a	۲۷/۱۸ \pm ۱/۰۲ ^a	MUFA**
	۶/۵۱ \pm ۰/۰۴ ^c	۶/۳۷ \pm ۰/۰۶ ^b	۶/۲۶ \pm ۰/۰۸ ^a	۶/۱۸ \pm ۰/۰۹ ^a	C۱۸:۲ n-۶
	۴/۸۱ \pm ۰/۰۹ ^d	۴/۶۹ \pm ۰/۱ ^c	۳/۷۹ \pm ۰/۱۲ ^b	۳/۶۲ \pm ۰/۱۶ ^a	C۱۸:۳ n-۳
	۵/۲۱ \pm ۰/۱۰ ^d	۵/۱۴ \pm ۰/۰۴ ^c	۵/۴۷ \pm ۰/۰۳ ^b	۵/۰۴ \pm ۰/۰۷ ^a	C۲۰:۵ n-۳
	۱۵/۴۸ \pm ۰/۸۱ ^b	۱۵/۷۱ \pm ۰/۰۱ ^c	۱۵/۵۱ \pm ۰/۰۱ ^b	۱۳/۵۱ \pm ۰/۰۷ ^a	C۲۲:۶ n-۳
	۳/۰۲۶ \pm ۱/۱۲ ^b	۳/۰۴۲ \pm ۲/۰۵ ^c	۳/۰۲۳ \pm ۱/۰۱ ^b	۲۹/۹۵ \pm ۳/۰۳ ^a	PUFA***

حروف نامشابه در هر ردیف نشاندهنده اختلاف معنی دار بین گروههای آزمایشی است ($P < 0.05$). میانگین داده ها بر اساس واریانس یکطرفه مورد مقایسه قرار گرفتند. SFA* اسید چرب اشباع** MUFA اسید چرب تک زنجیره غیر اشباع*** PUFA اسید چرب چند زنجیره غیر اشباع. تیمار ۱ تا ۴ بترتیب حاوی ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ عصاره جلبک پادینا می باشد.

بحث و نتیجه گیری

تغییرات شاخص های رشد و تغذیه در بین تیمارهای مختلف در این تحقیق، نشان داد که در پایان دوره آزمایش، اضافه نمودن مقادیر مختلف عصاره جلبک به استثنای ۵ g/kg به جیره غذایی، منجر به افزایش معنی داری در مقادیر وزن نهایی (FW)، میزان غذای دریافتی و میزان افزایش رشد روزانه (DGR) در مقایسه با تیمار شاهد شد ($p < 0.05$). در حالیکه با افزایش میزان جلبک پادینا در جیره غذایی، کارایی مصرف پروتئین و چربی افزایش یافت ولی بین تیمار ۳ و ۴ اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($p > 0.05$). میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۴ کاهش معنی داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد ($p < 0.05$) و از نظر بقاء بین تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($p > 0.05$). تحقیقات متعددی در ارتباط با جایگزینی جلبک قرمز (*Porphyra spp.*) به جای پودر ماهی صورت گرفته است بعنوان مثال، Davies و همکاران در سال ۱۹۹۷ گزارش کردند که با افزایش میزان جلبک قرمز (*Porphyra purpurea*) در جیره غذایی از ۹٪ به ۱۸٪ میزان رشد در ماهی کفال خاکستری پوزه ضخیم (*Chelon labrosus*) کاهش یافت (Davies et al., 1997). همچنین Stadlander و همکاران در سال ۲۰۱۳ نشان دادند که جایگزینی ۳۰٪ پودر ماهی با جلبک قرمز (*P. yezoensis*) منجر به کاهش رشد ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) شد در حالیکه جایگزینی ۱۵٪ پودر ماهی با جلبک منجر به افزایش رشد در مقایسه با گروه کنترل گردید اما این افزایش معنی دار نبود (Stadlander et al., 2013). که از این نظر با نتایج حاصل از این تحقیق، مطابقت نداشت در حالیکه افزایش معنی داری از نظر میزان غذای دریافتی گروه تغذیه شده با ۱۵٪ جلبک قرمز در مقایسه با گروه شاهد مشاهده شد که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی داشت Choi و همکاران در سال ۲۰۱۵ نشان دادند که اضافه نمودن ۲۰ g/kg عصاره جلبک قرمز (*P. yezoensis*) به جیره غذایی منجر به افزایش معنی دار میزان رشد روزانه و میزان وزن بدست آمده کفشک ماهی زیتونی (*Paralichthys*

olivaceus) در مقایسه با گروه شاهد شد (Choi et al., 2015) که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی داشت. بنظر می رسد وجود عصاره جلبک در جیره های غذایی منجر به ذخیره انرژی متابولیکی بمنظور رشد گردد (Stadlander et al., 2013).

با افزایش غلظت جلبک پادینا به جیره غذایی، میزان پروتئین و چربی خام لاشه افزایش معنی داری را نشان داد در حالیکه از نظر میزان چربی خام از نظر بین تیمار ۳ و ۴ این اختلاف مشاهده شده معنی دار نبود ($P > 0.05$). Choi و همکاران در سال ۲۰۱۵ نشان دادند که اضافه نمودن ۲۰ g/kg عصاره جلبک قرمز (*P. yezoensis*) منجر به افزایش معنی دار میزان چربی خام در کفشک ماهی زیتونی در مقایسه با گروه شاهد شد اما بین غلظتهای مختلف عصاره جلبک قرمز اختلاف معنی داری مشاهده نشد که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی داشت در صورتیکه از نظر عددی میزان پروتئین خام در تیمار حاوی ۲۰ g/kg عصاره جلبک قرمز (*P. yezoensis*) افزایش یافت، اما اختلاف معنی داری را با گروه شاهد نشان نداد که با نتایج بدست آمده از این تحقیق مطابقت نداشت می توان گفت که وجود عصاره جلبک در جیره های غذایی موجب شده تا در فرآیند متابولیسم، پروتئین مسیر اصلی خود یعنی مسیر سنتز بافت را طی نموده و به شکل پروتئین ذخیره گردد (Shalaby et al., 2006). همچنین (Ebrahim Ebrahimi et al., 2013). استفاده از عصاره جلبک در جیره غذایی، نقش مهمی در سنتز و متابولیسم چربی دارد Nakagawa و همکاران در سال ۱۹۸۷ نشان دادند که استفاده از پودر جلبک کاهو (*Ulva*) منجر به تغییر متابولیسم چربی در سیم دریایی (*Acanthopagrus schlegeli*) گردید به گونه ای که استفاده از پودر جلبک منجر به ذخیره چربی بدن و کمتر نمودن کاهش وزن بدن در فصل زمستان گذرانی گردید.

میزان اسید چرب چند زنجیره غیر اشباع (PUFA) در گروههای تغذیه شده با عصاره جلبک پادینا بطور معنی دار بیشتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$). در حالیکه بیشترین میزان PUFA در تیمار ۳ (حاوی ۱۰ g/kg

عصاره جلبک پادینا، پیشنهاد می‌دهد که استفاده از عصاره جلبک پادینا منجر به بهبود عملکرد رشد، تغذیه، کیفیت لاشه و متابولیسم لیپید در کفال ماهیان خاکستری می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری ریاست و پرسنل محترم مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور (چابهار) و کارشناس محترم آزمایشگاه شبکه دامپزشکی چابهار تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- AOAC., 1989. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Method Of Analysis Of the Assosiation of Official Analytical Chemists, 15th ed. Assosiation of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Bai, S.C., 2001. Requirements of L-ascorbic acid in a viviparous marine teleost, Korean rochfish (*Sebaster Schlegeli*) In: Ascorbic acid in aquatic organism. Dabrowski, K., (Eds.) CRC press, 69-85.
- Choi, Y.H., Kim, K.W., Han, H.-S., Nam, T.J. and Lee, B.-J., 2014. Dietary *Hizikia fusiformis* glycoprotein-induced IGF-I and IGFBP-3 associated to somatic growth, polyunsaturated fatty acid metabolism, and immunity in juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*. Comparative Biochemistry and Physiology, A167, 1-6.
- Choi, Y.H., Lee, B.J. and Nam, T.J., 2015. Effect of dietary inclusion of

عصاره جلبک مشاهده شد. کمترین میزان مریستیک اسید (C۱۴:۰)، پالمولتیک اسید (C۱۶:۰) و اسید اولئیک (۳-۵n) در تیمار ۳ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد که با تحقیق صورت گرفته توسط Choi و همکاران در سال ۲۰۱۵ مطابقت داشت. آنها نشان دادند که مریستیک اسید و اسیدهای چرب اشباع شده نقش مهمی در افزایش میزان PUFA در عضله ماهیان تغذیه شده با عصاره جلبک بازی می‌نمایند (Choi et al., 2015). همچنین میزان لینولنیک اسید (۳-n-۳: C۱۸) و ایکوزا پنتانویک اسید (۳-n-۵: C۲۲) از دسته PUFA در تیمار ۴ بطور معنی‌دار بیشتر از تیمار شاهد بود و اختلاف معنی‌داری را در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد (P<۰/۰۵). Choi و همکاران در سال ۲۰۱۴ نشان دادند که در کفشک ماهیان زیتونی تغذیه شده با گلیکوپروتئین جلبک *Hizikia fusiformis* منجر به تغییر سطوح PUFA از جمله آراشیدونیک اسید (ARA)، دیکوزا هگزانویک اسید (DHA)، ایکوزا پنتانویک اسید (EPA) و لینولنیک اسید (LIA) گردید (Choi et al., 2014). در تحقیق حاضر استفاده از عصاره جلبک پادینا منجر به افزایش معنی‌دار EPA، لینولنیک اسید (LNA) گردید. همچنین Choi و همکاران در سال ۲۰۱۵ نشان دادند که استفاده از عصاره جلبک قرمز منجر به افزایش DHA، ARA و LIA در عضله کفشک ماهی زیتونی شد که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی داشتند. علت اصلی تغییر متابولیسم لیپید بواسطه اضافه نمودن جلبک به جیره غذایی هنوز نامشخص است، اما نتایج بدست آمده از تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، نشان می‌دهد که اضافه نمودن جلبک‌های دریایی به جیره غذایی منجر به تغییر مثبت روند متابولیسم لیپید شده بطوریکه میزان PUFA و کارایی مثبت لیپیدهای ذخیره شده را بالا می‌برد. در کل، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از غلظت ۱۰ و ۱۵ g/kg عصاره جلبک پادینا منجر به افزایش رشد، تغذیه، پروتئین خام، چربی خام گردید همچنین افزایش سطوح PUFA در تیمارهای حاوی

- Pyropia yezoensis* extract on biochemical and immune responses of olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 435, 347-353.
- Choi, Y.H., Lee, B.J. and Nam, T.J., 2015.** Effect of dietary inclusion of *Pyropia yezoensis* extract on biochemical and immune responses of olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*. 435 347-353.
- Davies, S.J., Brown, M.T. and Camilleri, M., 1997.** Preliminary assessment of the seaweed *Porphyra purpurea* artificial diets for thick-lipped grey mullet (*Chelon labrosus*). *Aquaculture* 152, 249-258.
- Ebrahim Ebrahimi, I., Tangestani, R., Alizadeh Dvghykhay, E. and Zare, P., 2013.** Effect of different levels of garlic essential oil on growth, feed and carcass composition of beluga (*Huso huso*) Rearing young. *Journal of Marine Science and Technology*, 11, 1-12 (in persian).
- Fleurence, J., Moran, M., Dumay, J., Decottingnies, P., Turpin, V., Munier, M., GarciaBueno, N. and Jaouen, P., 2012.** What are the prospects for using seaweed in human nutrition and for marine animals raised through aquaculture? *Trends Food Science and Technology*, 27, 57-61.
- Folch, J., Lees, M. and Stanley, G.H.S., 1957.** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biology and Chemistry*, 226, 496-509.
- Harikrishnan, R., Nisha, M.R. and Balasundaram, C., 2003.** Hematological and biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio*, following herbal treatment for *Aeromonas hydrophila* infection. *Aquaculture*, 221, 41-50.
- Lim, C., Klesius, P.H., Li, M.H. and 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.
- Misra, C.K., Kuamr, D.B., Mukherjee, S.C. and Pattnaik, P., 2006.** Effect of long term administration of dietary β -glucan on immunity, growth and survival of *Labeo rohita* fingerlings. *Aquaculture*, 255, 82-94.
- Mustafa, M.G., Wakamatsu, S., Takeda, T.A., Umino, T. and Nakagawa, H., 1995.** Effects of algae meal as feed additive on growth, feed efficiency, and body composition in red sea bream. *Fisheries Science*, 61, 25-28.
- Nakagawa, H., Kasahara, S. and Sugiyama, T., 1987.** Effect of Ulvameal supplementation on lipid metabolism of black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii* (Bleeker). *Aquaculture*, 62, 109-121.

- Pereira, R., Valente, L.M.P., Sousa-Pinto, I. and Rema, P., 2012.** Apparent nutrient digestibility of seaweeds by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Algal Research*, 1, 77-82.
- Shalaby, A.M., Khattab, Y.M. and Abdel Rahman, A.M., 2006.** Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 12, 172-201.
- Soler-Vila, A., Coughlan, S., Guiry, M.D. and Kraan, S., 2009.** The red alga *Porphyra dioica* as a fish-feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effects on growth, feed efficiency, and carcass composition. *Journal of Applied Phycology*, 21P.
- Stadtlander, T., Khalil, W.K.B., Focken, U. and Becker, K., 2013.** Effects of low and medium levels of red alga nori (*Porphyra yezoensis* Ueda) in the diets on growth, feed utilization and metabolism in intensively fed Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture Nutrition*, 19, 64-73.
- 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.
- Zheng, K., Liang, M., Yao, H., Wang, J. and Chang, Q., 2012.** Effect of dietary fish protein hydrolysate on growth, feed utilization and IGF-I levels of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture Nutrition*, 18, 297-303.

Effect of *Padina australis* extract on growth, feed, fatty acids profile and carcass composition in *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758

Paria Akbary^{1*}, Naser Shahraki¹

*paria.akbary@gmail.com

1. Fisheries Group, Marine Sciences Faculty, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

Received: December 2015

Accepted: June 2016

Keywords: *Mugil cephalus*, *Padina australis* extract, Carcass composition, Fatty acid, Growth promoter

Abstract

This experiment was conducted to evaluate the effect of *Padina australis* extract on the growth performances (final weight (FW) and daily growth ratio (DGR)), feed indices (feed conversion rate (FCR), voluntary feed intake (VFI), protein efficiency ratio (PER) and lipid efficiency ratio (LER) and body chemical (protein, fat, moisture and ash) and fatty acid profile of *Mugil cephalus* for 62 days. The experiment was conducted in a completely randomized design with 360 of *Mugil cephalus* larvae (with average weight of 0.82 ± 0.02 g) in 4 treatments and 3 replicates ($n=30$ in each replicate) and included: control group without using algae extract, an another groups (treatment 2, 3 and 4) the amounts of this extract were 5, 10 and 15 g/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 VFI ($2.81 \pm 0.12\%$), the highest PER (2.91 ± 0.78), the highest LER (3.66 ± 0.54), the highest crude protein ($23.51 \pm 0.98\%$), the highest crude lipid ($18.95 \pm 0.08\%$) and the highest poly unsaturated fatty acid (PUFA) including C18:2n-6 ($6.51 \pm 0.04\%$), C18:3n-3 ($4.81 \pm 0.09\%$) and C20:5n-3 (EPA) ($5.21 \pm 0.10\%$) were observed in the diet containing 15 g /kg algae extract in all of these parameters, treatment 4 showed a significant difference compared with control group ($P < 0.05$). Finally, the present findings revealed that diet containing 15 g/kg *Padina australis* could improve growth, feed performances, carcass quality and increase PUFA level in *Mugil cephalus* larvae.

*Corresponding author