Archive of SID

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

دوره ۶۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵

صفحات ۹-۱

اثرپودر جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) روی رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی و اسیدهای چرب لاشه ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758)

پریا اکبری*[۱]، اسما سندک‌زهی[۲]

۱. استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۹ تاریخ تصویب:۱۳۹۵/۱/۲۸

چکیده

تحقیق حاضر بمنظور بررسی اثر عصاره جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) بر شاخص‌های رشد (وزن نهایی و میزان رشد روزانه)، تغذیه (ضریب تبدیل غذایی، میزان غذای دریافتی، راندمان مصرف پروتئین، راندمان 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 ۴۵۰ قطعه لارو کفال ماهی با میانگین وزنی ۰/۷۲±۰/۰۲ g در یک طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار آزمایشی و ۳ تکرار (با تعداد ۳۰ قطعه در هر تکرار) که شامل تیمار آزمایشی شاهد (بدون استفاده از پودر جلبک) و در تیمارهای آزمایشی ۲، ۳، ۴ و۵ میزان استفاده از پودر جلبک به ترتیب g/kg ۵، ۱۰، ۱۵و۳۰ غذا بود مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج حاصله نشان داد که در پایان آزمایش، بالاترین وزن نهایی g ۵/۱۳±۰/۰۲، میزان رشد روزانه ٪ ۳/۴۴±۰/۲۰ وکمترین ضریب تبدیل غذا ۰/۹۹±۰/۰۳، در تیمار حاوی g/kg ۱۵ پودر جلبک به غذا مشاهده شد. همچنین بالاترین راندمان مصرف پروتئین ۸/۶۱±۰/۲۷، راندمان تولید پروتئین۳۹/۴۸±۲/۵۴ میزان پروتئین لاشه ٪ ۱۹/۷±۰/۳۰، میزان چربی لاشه٪ ۱۰ /۰۸±۰/ و بیشترین سطوح اسیدهای چرب غیر اشباع چند زنجیره‌ای (PUFA) شامل اسید لینولئیک ٪۳۲/۶۰±۲/۰۹و اسید لینولنیک (٪ ۳/۷۲±۱/۰۳) در تیمار ۴ مشاهده شد که با تیمار شاهد دارای تفاوت معنی‌دار بود ($P<0/05$).در مجموع بر اساس نتایج این تحقیق، افزودن g/kg ۱۵ پودر جلبک اسپیرولینا به جیره غذایی ماهی کفال خاکستری بمنظور بهبود شاخص های رشد، تغذیه ، کیفیت لاشه و افزایش اسیدهای چرب چند زنجیره‌ای در این ماهی پیشنهاد می شود.

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

* نویسنده مسئول مکاتبه تلفن: ۰۵۴۳۱۲۷۲۳۴۰۰ فکس: ۰۵۴۳۵۳۲۴۵۱۳ Email: paria.akbary@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) جلبک سبز آبی با رشد سریع است که بدلیل پروتئین بالا و ترکیبات فعال زیستی مختلف مثل اسید آمینه ضروری، اسیدهای چرب ضروری (اسید گاما لینولنیک و اسید لینولئیک)، ویتامین های گروه B (ریبوفلاوین، سیانوکوبالامین، تیامین، اسید نیکوتینیک)، رنگدانه‌ها (فیکوسیانین و کلروفیل a) و کارتنوئیدها بعنوان غذایی برای آینده شناخته شده است (Goksan *et al.*, 2007 ; Volkmann *et al.*, 2008). تحقیقات متعددی در زمینه استفاده از اسپیرولینا در رشد و ترکیب شیمیایی بدن آبزیان انجام شده است(Jaime-Ceballos *et al.*, 2006). بعنوان مثال، در جیره غذایی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) گونه‌های مختلف اسپیرولینا بعنوان منبع پروتئینی، جایگزین پودر ماهی گردید. به طوری‌که جایگزینی ٪۲۵ پودر جلبک با ٪۸۰ پودر ماهی سبب رشد مساوی و حتی بیشتر ماهی شد (Sandbank and Hepher, 1978). همچنین افزودن پودر اسپیرولینا در مرحله لاروی میگوی وانامی (*Peneaus vanami*)(Hanel *et al.*, 2007) و میگوی سفید (*Litopeneaus schmitti*) (Jaime-Ceballos *et al.*, 2006) با درصدهای مختلف و همراه سایر غذاهای استفاده شده، آثار مثبت در شاخصهای رشد، تغذیه‌ای و بازماندگی آنها داشته است. Jun Lu و همکاران در سال ۲۰۰۸ گزارش کردند که استفاده از پودر اسپیرولینا آثار قابل توجه‌ای در فرآیند سوخت و ساز، رشد و بقای لارو و بچه ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) داشته است (Jun L. *et al.*, 2008). Nandeesha و همکاران در سال ۱۹۹۸ نشان دادند که اضافه نمودن جلبک اسپیرولینا به جیره غذایی تاثیری بر محتوی رطوبت ، پروتئین خام نداشت (Nandeesha *et al.*, 1994). همچنین Abdulrahman در سال ۲۰۱۴ نشان داد که اضافه نمودن ٪۱۵ درصد جلبک اسپیرولینا منجر به افزایش پروتئین خام در کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شد. ولی تاکنون مطالعه‌ای در زمینه اثر استفاده از جلبک اسپیرولینا بر پروفایل اسیدهای چرب ماهی صورت نگرفته است که به تحقیقات متعددی در این زمینه نیاز است.

امروزه در آبزی پروری غذا بالا ترین و بیشترین سهم هزینه‌ها را به خود اختصاص داده است. بنابراین دانش تغذیه و تغذیه عملی و روش های آن به منظور تهیه و تامین غذای مناسب و ارزان قیمت می‌تواند نقش مهمی در کاهش هزینه ها و پرورش موفق آبریان به همراه داشته باشد (Pereira *et al.*, 2012) از طرف دیگر نقش ماهیان استخوانی از نظر تامین بخشی از پروتئین مورد نیاز و درآمد برای ساحل نشینان بر کسی پوشیده نیست.لذا به همین دلیل مکملهای ارزان قیمت در جایگزینی منابع پروتئینی و مواد معدنی تا حدی می توانند مفید باشند. از آنجا که تاکنون مطالعه ای در خصوص استفاده از پودر اسپیرولینای تولید شده در ایران روی رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی و پروفایل اسید چرب در ماهی کفال خاکستری صورت نگرفته و کفال ماهیان خاکستری یکی از ذخایر مهم شیلاتی و جزء ماهیان قابل تکثیر در شرایط مصنوعی، نیمه مصنوعی و همچنین قابل پرورش در استخرهای خاکی بشمار می روند. و قدرت سازگاری به محدوده وسیعی از دما، شوری و شرایط تغذیه ای دارند (Porfaraj *et al.*, 2013). این تحقیق با هدف بررسی تاثیر سطوح مختلف پودر اسپیرولینا روی رشد و بقا، ترکیب شیمیایی و اسیدهای چرب لاشه این گونه انجام شد.

۲. مواد و روشها

۱.۲. ماهی و شرایط پرورش

این پژوهش در بهمن ماه ۱۳۹۳ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهی موسسه تحقیقات شیلات چابهار انجام شد. ۴۵۰ 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 مرحله سازگاری بمدت دو هفته و اطمینان از سلامتی آنها، لاروها با میانگین وزنی g ۰/۰۲±۰/۷۲ و میانگین طولی cm ۰/۵۵±۴/۳۲ شمارش شده و با تراکم ۳۰ قطعه به ۱۲ مخزن ۶۰L منتقل شدند. در طول دوره، پارامترهای آب اندازه گیری شد. بطور میانگین در کل دوره درجه حرارت آب°C ۰/۵±۲۸/۲، اکسیژن محلول mg/L ۰/۸۷± ۷/۰۱ و

www.SID.ir

Archive of SID

pH آب ۷/۸±۰/۴ بود. در طی دوره آزمایش فتوپریود بصورت 12D:12Lبود. بمنظور هوادهی و نیاز اکسیژن لاروها به هر یک ازمخزن ها یک سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود نصب گردید. تیمارهای مورد استفاده در تحقیق حاضر شامل: تیمار شاهد که تنها با غذای تجاری (شرکت تعاونی تولیدی ۲۱ بیضاء، شیراز)، ۴ تیمار با سطوح g/kg ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ پودر جلبک اسپیرولینا بودند که با سه تکرار برای هر تیمار در طی یک دوره ۶۲ روزه مورد استفاده قرار گرفتند.

۲.۲. آماده‌سازی جیره و غذادهی به ماهیان

بمنظور اضافه نمودن سطوح مختلف پودرجلبک اسپیرولینا (خریداری از شرکت نانوشیمی یاخته تهران) به غذای کنسانتره ابتدا مقدار غذا را برای کل دوره (۶۲ روز) برای هر تیمار محاسبه سپس با درصد مشخصی آب مقطر(۴۰ mL) عصاره را به جیره اضافه نموده تا به حالت خمیری درآمد. با استفاده از چرخ گوشت با مش 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 سیفون کردن بصورت یک روز در میان انجام و باقیمانده غذایی و مدفوع ماهی ها از مخازن خارج گردید. آنالیز ترکیب شیمیایی پودر جلبک اسپیرولینا و رژیمهای غذایی مورد آزمایش بترتیب در جدول ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱. میانگین (میانگین± خطای معیار) ترکیب شیمیایی پودر جلبک اسپیرولینای خشک شده داخل کشور*

پروتئین خام	چربی خام	خاکستر خام	رطوبت
۴۸/۳۳±۱/۱۴	۶/۵۷±۰/۱۹	۱۶/۲۱±۰/۴۱	۶/۸۵±۰/۰۴

* تولید شرکت نانوشیمی یاخته. میانگین نشان داده شده حاصل ۳ تکرار است

جدول۲- میانگین (میانگین± خطای معیار) ترکیب شیمیایی رژیم‌های غذایی مورد آزمایش

ترکیب شیمیایی (درصد)	رژیم‌های غذایی (گرم پودر جلبک اسپیرولینا به ازای هر کیلوگرم)				
	۰	۵	۱۰	۱۵	۳۰
پروتئین خام	۴۸/۶±۱/۲۰	۴۸/۷۷±۰/۹۶	۴۸/۸۶±۱/۱۴	۴۹/۱۳±۰/۹۹	۴۹/۸۹±۰/۹۵
چربی خام	۱۱/۰۱±۲/۱۴	۱۰/۹۵±۱/۰۱	۱۰/۷۵±۰/۹۷	۱۰/۳۰±۰/۸۷	۱۰/۰۱±۰/۹۹
خاکستر خام	۱۱/۰۱±۰/۸۴	۱۰/۴۹±۰/۴۸	۱۰/۲۹±۰/۷۸	۱۰ /۱۹±۰/۹۴	۱۰/۰۱±۰/۶۹
رطوبت	۷/۳±۰/۸۸	۶/۶۴±۰/۷۴	۶/۷۳±۰/۸۱	۵/۹۶±۰/۶۰	۶/۴۳±۰/۷۴

میانگین نشان داده شده حاصل ۳ تکرار است

۳.۲. زیست سنجی و بررسی پارامترهای رشد و تغذیه

به منظور اندازه‌گیری شاخصهای رشد، در انتهای آزمایش تمام لاروهای هر مخزن خارج شده و وزن (با دقت۰/۰۱ g) و طول (با دقت۱mm) 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)، راندمان مصرف پروتئین و راندمان 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)،

www.SID.ir

Archive of SID

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)

راندمان مصرف پروتئین (PER)

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

BWf=وزن نهایی (g)، BWi= وزن اولیه (g)، AP= مقدار پروتئین داده شده به هر ماهی

راندمان مصرف چربی (LER)

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

BWf=وزن نهایی (g)، BWi= وزن اولیه (g)، AL= مقدار چربی داده شده به هر ماهی

راندمان تولید پروتئین (PPR)

$$PPR = \frac{(BWf \times BCPf - BWi \times BCPi)}{TF \times CP} \times 100$$

BCPf و BCPi بترتیب درصد پروتئین خام لاشه در انتها و ابتدای آزمایش، BWf= وزن نهایی (g)، BWi= وزن اولیه (g)، CP = پروتئین خام جیره های غذایی (٪)، TF= مقدار غذای داده شده به هر ماهی.

۴.۲. آنالیز ترکیب اسیدهای چرب

به منظور 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 ازنوع BP*70 بطول ۳۰ m و قطر ۰/۱ mm بود و دمای ستون ۲۰۰ ˚C و دمای اینجکتور ۲۴۰ ˚C تنظیم شد. با تزریق نمونه (۰/۳ µl) بوسیله سرنگ هامیلتون به دستگاه و با عبور گازی هلیوم استرهای متیله اسیدهای چرب بصورت بخار در آمده و از ستون بصورت مجزا خارج شده و نمودار آنها ترسیم گردید. استرهای متیله اسیدهای چرب برحسب درصد کل اسیدهای چرب محاسبه شدند.

۴.۲. آنالیز لاشه

به منظور تعیین ترکیب لاشه، در پایان دوره آزمایش (روز۶۳) 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، چربی با استفاده از روش سوکسله 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 بمدت ۶ h و توزین نمونه پس از خنک شدن محاسبه شدند (AOAC, 1989).

۵.۲. آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده های حاصل از اندازه گیری شاخص های رشد، تغذیه و ترکیب لاشه 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 داده ها از نرم افزار SPSS 16 در محیط ویندوز XP استفاده گردید.

۳. نتایج

۱.۳. شاخص های رشد و تغذیه

نتایج مربوط به شاخصهای رشد، تغذیه و بقاء تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش در جدول ۳ آورده شده است. ماهیها از میانگین وزن اولیه ۰/۷۲ g به رنج میانگین وزن نهایی (FW) ۲/۱۵ g الی ۵/۱۳ g در طول دوره ۶۲ روزه آزمایش رسیدند. نتایج نشان داد که افزودن مقادیر مختلف پودر جلبک

www.SID.ir

Archive of SID

اسپیرولینا به جیره های غذایی تفاوت معنی‌داری را در میانگین وزن نهایی(FW)، راندمان مصرف پروتئین (PER) و راندمان تولید پروتئین(PPV)، در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد کرد (P<۰/۰۵) و بیشترین میزان این شاخصها در تیمار حاوی g/kg ۱۵ پودر جلبک اسپیرولینا مشاهده شد (P<۰/۰۵). کمترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۴ مشاهده شد اما با تیمار ۵ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). در کل دوره آزمایش، بین همه تیمارها از نظر میزان بقاء اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد(P>۰/۰۵).

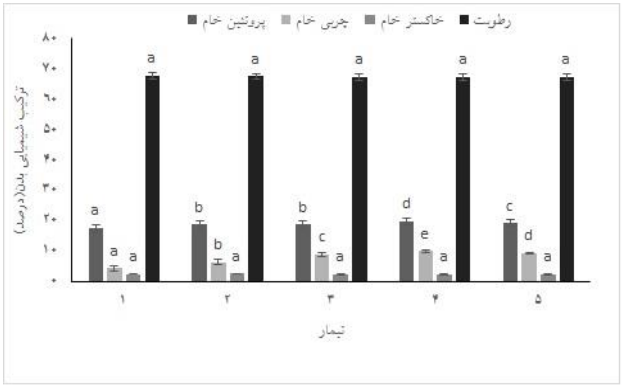
جدول ۳. مقایسه میانگین (میانگین± خطای معیار) شاخص های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف در طول دو دوره آزمایش (n=۶۰)

	تیمار				
	۱	۲	۳	۴	۵
بقاء	۹۶/۰±۱/۶۸	۹۷/۴۵±۰/۴۳	۱۰۰±۰/۰	۹۷/۳۲±۰/۴۶	۹۶±۰/۰۵
(g) IW	۰/۷۶±۰/۰۸	۰/۷۴±۰/۰۹	۰/۶۹±۰/۰۴	۰/۸۰±۰/۰۵	/۶۲±۰/۰۳
(g) FW	۲/۱۵±۰/۰۱^{a}	۲/۴۸±۰/۰۱^{b}	۳/۱۰±۰/۰۲^{c}	۵/۱۳±۰/۰۲^{e}	۳/۷۷±۰/۰۶^{d}
(٪)VFI	۰/۷۷±۰/۰۲^{a}	۰/۹۹±۰/۰۲^{b}	۱/۱۳±۰/۰۲^{c}	۱/۳۹±۰/۰۵^{d}	۱/۳۰±۰/۰۵^{d}
(٪) DGR	۲/۰۸±۰/۳۱^{a}	۲/۵۹±۰/۴۰^{ab}	۲/۶۹±۰/۲۳^{ab}	۳/۴۴±۰/۲۰^{b}	۲/۷۴±۰/۰۲^{ab}
FCR	۳/۰۶±۰/۲۳^{d}	۲/۵۶±۰/۲۲^{c}	۱/۷۳±۰/۰۵^{b}	۰/۹۹±۰/۰۳^{a}	۱/۲۷±۰/۰۳^{a}
PER	۲/۸۷±۰/۱۴^{a}	۳/۵۰±۰/۲۱^{b}	۴/۸۸±۰/۱۴^{c}	۸/۶۱±۰/۲۷^{e}	۶/۶۶±۰/۲۳^{d}
PPV	۳۵/۱۶±۱/۰۲^{a}	۳۵/۹۱±۳/۵۰^{b}	۳۸/۰۹±۱/۲۰^{c}	۳۹/۴۸±۲/۵۴^{e}	۳۸/۸۴±۱/۷۶^{d}

وجود حروف غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵). تیمار۱ تا ۵ بترتیب حاویg/kg ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰عصاره جلبک پادینا است.

۲.۳. ترکیب شیمیایی لاشه

ترکیب شیمیایی لاشه ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز۶۲) در نمودار ۱ نشان داده شده است. در پایان دوره، از نظرعددی بیشترین مقدار پروتئین خام (٪۱۹/۷۰±۱/۰۵)، چربی خام (٪ ۱۰/۰۸±۰/۴۵) در تیمار ۴ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد (P<۰/۰۵). همچنین از نظر میزان رطوبت و خاکستر خام بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵).



نمودار ۱. ترکیب شیمیایی لاشه ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز۶۲) (میانگین±خطای معیار)(n=۹) وجود حروف غیر همسان در هرردیف نشانه اختلاف معنی دار است (P<۰/۰۵)

۳.۳. ترکیب اسیدهای چرب

میزان اسیدهای چرب بدن کفال ماهی در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش در جدول ۴ آورده شده است. میزان اسید چرب چند زنجیره غیر اشباع (PUFA) در گروههای تغذیه شده با پودر جلبک اسپیرولینا بطور معنی‌دار بیشتر از تیمار شاهد

www.SID.ir

Archive of SID

بود (P<۰/۰۵). در حالیکه بیشترین میزان PUFA در تیمار ۴ (حاوی g/kg ۱۵ پودر جلبک مشاهده شد. کمترین میزان مریستیک اسید (C۱۴:۰) ، استئاریک اسید(C۱۸:۰) و بیشترین اسید اولئیک (C۱۸ :۱ n-۹) در تیمار ۴ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد در حالیکه میزان اسید لینولئیک (C۱۸ :۲ n-۶) و لینولنیک اسید (C۱۸ :۳ n-۳) 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).

جدول۴. تغییرات میانگین (میانگین± خطای معیار) ترکیب اسیدهای چرب بدن کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز۶۲، با سه تکرار)

ترکیب اسید های چرب (درصد کل اسید چرب)	تیمار				
	۱	۲	۳	۴	۵
C۱۴:۰	۱/۹۰±۰/۰۹^{b}	۱/۷۶±۰/۰۸^{b}	۱/۰۴±۰/۰۴^{b}	۰/۹±۰/۰۳^{a}	۱/۸۶±۰/۰۷^{b}
C۱۶:۰	۲۱/۹۶±۱/۲۹^{a}	۱۹/۹۰±۱/۰۲^{a}	۲۱/۳۵±۲/۰۱^{a}	۲۱/۱۴±۰/۲۴^{a}	۲۱/۵۶±۱/۰۱^{a}
C۱۸:۰	۴/۲۹±۰/۰۱^{b}	۵/۶۴±۰/۰۸^{d}	۵/۵۷±۰/۰۲^{c}	۴/۱۷±۰/۰۹^{a}	۵/۶۳±۰/۱^{cd}
C۲۰:۰	۰/۴۷±۰/۰۱^{a}	۰/۴۵±۰/۰۱^{a}	۰/۴۷±۰/۰۱^{a}	-	-
SFA*	۳۲/۵۴±۱/۰۹^{a}	۳۲/۸۱±۲/۰۴^{a}	۳۲/۷۶±۰/۹۸^{a}	۳۲/۴۳±۱/۵۵^{a}	۳۲/۸۳±۱/۲۱^{a}
C۱۴ :۱ n	۰/۲۱±۰/۰۰^{c}	۰/۱۵±۰/۰۰^{b}	۰/۱۴±۰/۰۰^{b}	۰/۰۸±۰/۰۰^{a}	۰/۱۵±۰/۰۵^{a}
C۱۶ :۱ n	۴/۱۳±۰/۰۶^{c}	۳/۹۳±۰/۰۲^{bc}	۳/۶۸±۰/۱۳^{ab}	۳/۵۳±۰/۰۶^{a}	۳/۵۰±۰/۰۵^{a}
C۱۸ :۱ n-۹	۳۰/۲۸ ±۱/۰۶^{c}	۲۵/۷۲±۲/۱۴^{b}	۲۴/۲۶±۱/۰۳^{a}	۲۸/۰±۲/۰۷^{d}	۲۷/۳۴±۱/۱۵^{c}
MUFA**	۲۵/۹۹±۰/۸۷^{a}	۲۷/۲۶±۱/۲۷^{b}	۲۷/۱۰±۱/۳۷^{b}	۲۷/۰۳±۱/۰۹^{b}	۴/۵۱±۰/۰۵^{a}
C۱۸ :۲ n-۶	۲۸/۵۹±۲/۰۶^{a}	۲۹/۳۲±۱/۰۵^{b}	۲۹/۵۹±۳/۰۱^{b}	۳۲/۶۰±۲/۰۹^{d}	۳۱/۹۶±۱/۰۷^{c}
C۱۸ :۳ n-۳	۰/۸۷±۰/۰۶^{a}	۱/۱۳±۰/۰۴^{b}	۱/۲۵±۰/۰۳^{b}	۳/۷۲±۰/۰۳^{d}	۳/۵۸±۰/۰۱^{c}
C۲۰ :۵ n-۳	۰/۷۵±۰/۰۱^{a}	۰/۷۸±۰/۰^{a}	۱/۰±۰/۰۱^{a}	۰/۷۵±۰/۰^{a}	۰/۷۴±۰/۰۱^{a}
C۲۲ :۶ n-۳	۱/۶۶±۱/۲۷^{a}	۱/۷۰±۰/۰۳^{a}	۱/۷۰±۰/۰۱^{a}	۱/۶۹±۰/۰۴^{a}	۱/۶۹±۰/۰۵^{a}
PUFA***	۳۱/۸۷±۰/۰۷^{a}	۳۵/۸۵±۱/۰۶^{cd}	۳۵/۷۸±۲/۳۲^{c}	۳۵/۹۳±۱/۰۲^{d}	۳۴/۶۹±۱/۰۹^{b}

حروف نامشابه در هر ردیف نشاندهنده اختلاف معنی‌دار بین گروههای آزمایشی است (P<۰/۰۵). 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. تیمار۱ تا ۵ بترتیب حاوی۰ ،۵ ،۱۰ ،۱۵ g/kg و۳۰پودر جلبک اسپیرولینا است.

۴. 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 پودر جلبک اسپیرولینا به جیره غذایی، منجر به افزایش معنی داری در مقادیر وزن نهایی(FW)، میزان غذای دریافتی(VFI) و میزان مصرف پروتئین (PER) ، میزان تولید پروتئین (PPV) و کاهش معنی‌دار ضریب تبدیا غذایی (FCR) افزایش رشد روزانه (DGR) در مقایسه با تیمار شاهد شد (P<۰/۰۵). در حالیکه بیشترین میزان رشد روزانه ، وزن نهایی، میزان غذای دریافتی، میزان مصرف پروتئین، میزان تولید پروتئین و کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۴ مشاهده شد(p<۰/۰۵) و از نظر بقاء بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). نصراله زاده و همکاران در سال ۲۰۱۳ نشان دادند که شاخص رشد ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) تغذیه شده با سطوح مختلف پودر اسپیرولینا (۰/۵٪، ۱ و ۲) در مقایسه با تیمار شاهد وضعیت مطلوبی نداشت (P<۰/۰۵) ولی استفاده از پودر اسپیرولینا تا ۲٪ اثر مثبت در بقای این ماهی داشته است (Allaf Noirian *et al.*, 2013) که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی ندارد. در حالیکه افزودن پودر

www.SID.ir

Archive of SID

اسپیرولینا در مرحله لاروی میگوی وانامی (*Peneaus vanami*) (Hanel *et al.*, 2007) و میگوی سفید (*Litopeneaus schmitti*) (Jaime-Ceballos *et al.*, 2006) با درصدهای مختلف و همراه سایر غذاهای استفاده شده، آثار مثبت در شاخصهای رشد، تغذیه‌ای و بازماندگی آنها داشته است که نتایج مذکور با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. Jun Lu و همکاران در سال ۲۰۰۸ گزارش کردند که استفاده از پودر اسپیرولینا آثار قابل توجه‌ای در فرآیند سوخت و ساز، رشد و بقای لارو و بچه ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) داشته است (Jun L. *et al.*, 2008). همچنین پودر اسپیرولینا در جیره کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) منجر به افزایش بقاء گردید (Hironobu *et al.*, 2006). در حالیکه Teimouri و همکاران در سال ۲۰۱۳ گزارش کردند که استفاده از پودر اسپیرولینا در رژیم غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) ۱۰۰ گرمی منجر به اختلاف معنی‌داری در میزان رشد و بقاء ماهی شد که نتایج مذکور با تحقیق حاضر تا حدودی مغایرت دارد. علیت این موضوع را می‌توان اختلاف گونه ماهی دانست از آنجاییکه ماهی کفال رژیم همه چیزخواری داشته و استفاده بهینه و قابلیت هضم ماهیهای مذکور از جلبک اسپیرولینا (بعلت وجود اسیدآمینه ضروری و اسیدهای چرب) منجر به رشد بهتر آنها می‌گردد (Nandeesha *et al.*, 2001).

اضافه نمودن پودر جلبک اسپیرولینا به جیره غذایی، میزان پروتئین و چربی خام لاشه افزایش معنی‌داری را در مقایسه با شاهد نشان داد و بیشترین میزان پروتئین خام و چربی خام در تیمار حاوی g/kg ۱۵ پودر جلبک اسپیرولینا مشاهده شد. تحقیقات متعدد نشان داده است که میزان چربی خام در بدن ماهی دم زرد ژاپنی(*Seriola quinqueradiata*) و باس دریایی قزمز (*Pagrus major*) تغذیه شده با جلبک افزایش یافته است که نتایج حاصل از این تحقیقات با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (Nakagawa and Kasahara, 1986; Mustafa *et al.*, 1995) در حالیکه اضافه کردن جلبک اسپیرولینا منجر به کاهش چربی عضله و کبد ماهی باس دریایی شده است (Mustafa *et al.*, 1994). دلیل عدم مغابرت نتایج بدست آمده از این تحقیقات ناشی از گونه و اندازه ماهی است. Nandeeshaو همکاران در سال ۱۹۹۸ نشان دادند که اضافه نمودن جلبک اسپیرولینا به جیره غذایی تاثیری بر محتوی رطوبت ، پروتئین خام نداشت که با نتایج بدست آمده از این تحقیق در زمینه رطوبت لاشه مطابقت دارد. (Nandeesha *et al.*, 1994). همچنین Abdulrahman در سال ۲۰۱۴ نشان داد که اضافه نمودن ۱۵٪ درصد جلبک اسپیرولینا منجر به افزایش پروتئین خام در کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) شد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد(Abdulrahman, 2014). می توان گفت که وجود پودر جلبک در جیره های غذایی باعث شده تا در فرآیند متابولیسم، پروتئین مسیر اصلی خود یعنی مسیر سنتز بافت زا طی نموده و به شکل پروتئین ذخیره گردد (Shalaby *et al.*, 2006; Ebrahim Ebrahimi *et al.*, 2013). همچنین استفاده از پودر 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(Nakagawa *et al.*, 1987).

میزان اسید چرب چند زنجیره غیر اشباع (PUFA) در گروههای تغذیه شده با پودر جلبک اسپیرولینا بطور معنی‌دار بیشتر از تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵). در حالیکه بیشترین میزان PUFA در تیمار ۴ (حاوی g/kg ۱۵ پودر جلبک مشاهده شد. کمترین میزان مریستیک اسید (C۱۴:۰) ، استئاریک اسید(C۱۸:۰) و بیشترین اسید اولئیک (n-۹ ۱: C۱۸) در تیمار ۴ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد 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 می نمایند (Choi *et al.*, 2015). همچنین Choi و همکاران در سال ۲۰۱۴ نشان دادند که در کفشک ماهیان زیتونی تغذیه شده با

www.SID.ir

Archive of SID

گلیکوپروتئین جلبک *Hizikia fusiformis* منجر به تغییر سطوح PUFA از جمله آراشیدونیک اسید (ARA)، دیکوزا هگزانوئیک اسید (DHA)، ایکوزا پنتانوئیک اسید(EPA) و لینولئیک اسید (LIA) گردید(Choi *et al.*, 2014). در تحقیق حاضر میزان اسید لینولئیک (n-۶ ۲: ۱۸و لینولنیک اسید (۳- n۳: C۱۸) 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 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 در زمینه افزایش اسید لینولئیک و اسید لینولنیک 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 می برد (Choi *et al.*, 2015).

در کل، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از غلظت g/kg ۱۵ پودر جلبک اسپیرولینا منجر به افزایش رشد، تغذیه، پروتئین خام ، چربی خام گردید همچنین افزایش سطوح PUFA در تیمارهای حاوی جلبک اسپیرولینا، پیشنهاد می‌دهد که استفاده از غلظت g/kg ۱۵ پودر جلبک اسپیرولینا منجر به بهبود عملکرد رشد، تغذیه، کیفیت لاشه و متابولیسم لیپید در کفال ماهیان خاکستری می گردد.

۵. تقدیر و تشکر

بدین وسیله از همکاری ریاست و پرسنل محترم انستیتو موسسه تحقیقات شیلات چابهار و کارشناس محترم آزمایشگاه شبکه دامپزشکی چابهار تشکر و قدردانی می گردد.

References

Abdulrahman, N.M., 2014. Effect of replacing fishmeal with Spirulinaspp. on carcass chemical composition of common carp *Cyprinus carpio* L . *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 28, 67-70.

Allaf Noirian, H., Khoshkholgh, M.R., Mosapour Shojani, M., Shakorian, M., 2013. Replacement of dietary Spirulina platensis powder and its effect on growth and body chemical composition in *Rutilus frisii kutum* fry. *Iranian Journal of Natural resources*, 67, 453-445.

AOAC, 1989. Assosiation 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., 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*, A 167, 1-6.

Choi, Y.H., Lee, B.J., Nam, T.J., 2015. . Effect of dietary inclusion of Pyropia yezoensis extract on biochemical andimmune responses of olive flounder *Paralichthys olivaceus* *Aquaculture*, 435, 347-353.

Choi, Y.H., Lee, B.J., Nam, T.J., 2015. Effect of dietary inclusion of Pyropia yezoensis extract on biochemical andimmune responses of olive flounder *Paralichthys olivaceus* *Aquaculture*, 435 347-353.

Ebrahim Ebrahimi, I., Tangestani, R., Alizadeh Dvghyklayy, E., 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).

Folch, J., Lees, M., Stanley, G.H.S., 1957. A simple method for the isolation and purification of

www.SID.ir

Archive of SID

total lipids from animal tissues. *Journal of Biology and Chemistry*, 226, 496-509.

Goksan, T., Zekeriyaoglu, A., Ak, I., 2007 The growth of *Spirulina platensisin* different culture systems under greenhouse condition. *Turkey Journal Biology*, 31, 74-76.

Hanel, H., Broekman, D., De Graaf, S., Schnack, D., 2007. . Partial replacement of fishmeal by lyophilized powder of the microalgae *Spirulina platensisin* pacific white shrimp diets. *The Open Marine Biology* Journal, 5:1-10

Hironobu W., Kazuki, O., Asmi Citra, M., Tassakka, A.R., Toshimitsu, K., Masahiro, S., 2006. Immunostimulant effects of dietary *Spirulina platensis* on carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*, 258, 157-163.

Jaime-Ceballos, B., Hernandes-Llamas, A., Garcia, T., L., P.-J., Villareal, H., 2006. Substitution of Chaetoceros mulleri by Spirulina platensis meal in diets for *Litopenaeus schmitti* larvae. *Aquaculture*, 266, 215-220.

Jaime-Ceballos, B., Hernandez-Llamas, A., Garcia, T., Perez-Jar L., Villareal, H., 2006. Substitution of *Chaetoceros mulleriby Spirulina platensis* meal in diets for *Litopenaeus schmitti* larvae. *Aquaculture*, 266, 215-220.

Jun L., Hiroo, S., Toshio, T., 2008. Development of models of threshold and efficient algal densities for larval and juvenile tilapia *Oreochromis niloticus* on raw Spirulina Faculty of Marine Science. Aquaculture, 285, 249-254.

Lim, C., Klesius, P.H., Li, M.H., Robinson, E.H., 2000. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, haematoloy, 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., Pattnaik, P., 2006. Effect of long term administration of dietary â-glucan on immunity, growth and survival of Labeo rohito fingerlings. *Aquaculture*, 255, 82-94.

Mustafa, M., Takeda, T., Umin, T., Wakamatsu, S., Nakagawa, H., 1995. Effect of algae meal as feed additive on growth food efficiency and body composition in red sea bream. *Fisheries Science*, 61, 5-28.

Mustafa, M.G., Umin, T., Miyake, H., Nakagawa, H., 1994. Effect of *Spirulina* sp meal as feed additive on lipid accumulation in red sea bream. *Suisansozoku*, 42, 363-369.

Nakagawa, H., Kasahara, S., 1986. Effect of ulva meal supplement to diet on the lipid metabolism of red sea bream. *Nippon Suisan Gakkash*, 52, 887-893.

Nakagawa, H., Kasahara, S., Sugiyama, T., 1987. Effect ofUlvameal supplementation on lipid metabolism of black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker). *Aquaculture*, 62, 109-121.

Nandeesha, M., Gangadhara, B., Manissery, J., Venkataraman, L., 2001. Growth performance of flesh two Indian major carps, catla (*Catla catla*) and rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing different levels of *Spirulina platensis*. *Bioresource Technology*, 80, 117-120.

Nandeesha, M.C., Desilva, S.S., Krishnamvithy, D., Dathathri, K., 1994. Use of mixed feeding schedules in fish culture, field trails on catla rohu and common carp. *Aquaculture and Fisheries Management*, 25, 659-670.

Pereira, R., Valente, L.M.P., Sousa-Pinto, I., Rema, P., 2012. Apparent nutrient digestibility of seaweeds by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Algal Research*, 1, 77-82.

Porfaraj, V., Karami, M., Nezami, S.A., Rafiee, G.R., Khara, H., Hamidoghli, A., 2013. Study of some biological features of Mullets in Iranian coasts of the Caspian sea. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 2, 97-110.

Sandbank, E., Hepher, B., 1978. The utilization of microalgae as a feed for fish additive for fish. *ArchHydrobiology Supplement Ergeb Limnology*, 11, 108-120.

Shalaby, A.M., Khattab, Y.M., 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 Animimals and Toxins Including Tropical Diseases*, 12, 172-201.

Volkmann, H., Imianovsky, U., Oliveira, J., Sant, L.B., Anna, E.S., 2008. Cultivation of Arthrospira platensisin desalinator wastewater and salinated synthetic medium: protein content and amino acid profile. *Brazilian Journal of Microbiology*, 39, 1-4.

Wahli, T., Verlhac, V., Griling, P., Gabaudan, J., Aebischer, C., 2003. Influence of dietary vitamin C on the wound healing process in rainbow trout (*Oncorhyncus mykiss*) *Aquaculture*, 225, 371-386.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir