Archive of SID

اثر مکمل غذایی جلبک کلرلا (*Chlorella vulgaris*) بر عملکرد رشد، تغذیه و ترکیبات شیمیایی بدن ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus* Linnaeus ۱۷۵۸)

- **پریا اکبری***: گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار
- **شهاب‌الدین گرگیج**: گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹٦ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹٦

چکیده

تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثر جلبک کلرلا (*Chlorella vulgaris*) بر شاخص‌های رشد، تغذیه (ضریب تبدیل غذایی، میزان غذای دریافتی، راندمان مصرف پروتئین، راندمان مصرف چربی) و ترکیب شیمیایی ماهی کفال خاکستری به‌مدت ٦۰ روز صورت گرفت. در این مطالعه، تعداد ۱۲۰ قطعه ماهی کفال ماهی با میانگین وزنی ۲/۰۱±۱٤/۹۵ گرم در یک طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار آزمایشی و ۳ تکرار (با تعداد ۱۰ قطعه در هر تکرار) مورد آزمایش قرار گرفتند. تیمار شاهد (بدون پودر جلبک) و تیمارهای آزمایشی ۲، ۳ و ٤ به‌ترتیب دارای ۵، ۱۰و ۱۵ گرم بر کیلوگرم پودر جلبک در غذا بودند. در پایان آزمایش، بالاترین طول نهایی ۰/۱۰±۱۱/۰۸ سانتی‌متر، میزان افزایش وزن به‌دست آمده ۱۲/۳۹±۲۱٦/۸۵ گرم، میزان رشد روزانه ۰/۱۸±٦/۵۳ درصد، نرخ رشد ویژه ۰/۰۷±۰/۹۰، کم‌ترین میزان غذای دریافتی ۰/۰۳±۰/۹۹ درصد، بالاترین راندمان مصرف پروتئین ۰/۲٤±٤/۳۷ درصد و بالاترین راندمان مصرف چربی ۰/۰۹±۱/۲۳ درصد در تیمار حاوی ۵ گرم بر کیلوگرم پودر جلبک مشاهده شد که با تیمار شاهد دارای تفاوت معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). بیش‌ترین میزان پروتئین خام و رطوبت در تیمار حاوی ۱۰ گرم جلبک بر کیلوگرم غذا مشاهده شد. در مجموع براساس نتایج این تحقیق افزودن ۵ گرم بر کیلوگرم پودرجلبک کلرلا به جیره غذایی ماهی کفال خاکستری به‌منظور بهبود شاخص‌های رشد (میزان غذای دریافتی، میزان رشد روزانه) وکیفیت لاشه در این ماهی پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: کفال ماهی، جلبک کلرلا، ترکیب لاشه، محرک رشد

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: paria.akbary@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گزارشات متعدد نشان داده است که ماکرو و میکرو جلبک‌هایی نظیر *Ascophyllum*، *Laminaria*، *Undaria*، *Porphyra*، *Ulva*، *Spirulina* و *Chlorella* به‌عنوان مکمل غذایی منجر به بهبود رشد، کارایی مصرف غذا، متابولیسم چربی، ترکیبات بدن، مقاومت در برابر استرس، عملکرد بهتر کبد و مقاومت در برابر بیماری در گونه‌های مختلف ماهی نظیر ماهی آیو (*Pleoglossus altivelis*)، سیم دریایی (*Pagrus major*)، گیش ماهی (*Seriola quiqueradiata*)، و کفشک ماهی زیتونی (*Paralichtys olivaceus*) می‌شود (Bai و همکاران، ۲۰۰۱). در میان این جلبک‌ها، کلرلا یکی از میکروجلبک‌هایی است که به‌طور وسیع درآبزی‌پروری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این جلبک در محیط آب‌شیرین رشد می‌کند و بیش‌ترین کلروفیل در بین گیاهان شناخته شده را دارا می‌باشد.این جلبک حاوی سطوح بالایی از پروتئین (۶۰ درصد)، ۱۸ نوع اسیدآمینه ضروری، پیگمان‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی و دارای ماده مغذی گیاهی به نام فاکتور رشد کلرلا است که در هسته سلول وجود دارد (Nick، ۲۰۰۳). امروزه از زیست توده میکروجلبک‌ها در آبزی‌پروری، انرژی زیستی و صنایع بهداشتی و آرایشی استفاده گسترده‌ای می‌نمایند (Milledge، ۲۰۱۱). استفاده از میکروجلبک‌ها در مراحل لاروی منجر به تقویت سیستم تولیدمثلی و تقویت سیستم ایمنی و حفظ سلامت ماهی می‌گردد (Spolaore و همکاران، ۲۰۰۶). تحقیقات متعددی در زمینه استفاده از کلرلا در رشد و ترکیب شیمیایی بدن آبزیان انجام شده است. به‌عنوان مثال، Bai وهمکاران(۲۰۰۱)باربرسی اثرات پودر کلرلا(*Chlorella vulgaris*) به‌عنوان مکمل غذایی بر عملکرد رشد در ماهی صخره‌ای (*Sebates schegeli*) نشان دادند که در ماهیان تغذیه شده با ۰/۵ درصد کلرلا وزن به‌دست آمده، ضریب رشد ویژه، کارایی تبدیل غذایی و نسبت بازده پروتئین در مقایسه با تیمارهای تغذیه شده با ۰، ۱/۵، ۲ و ۴ درصد بیش‌تر بود. Koo و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی سطح بهینه غذایی پودر کلرلا به‌عنوان مکمل غذایی بر عملکرد رشد درکفشک ماهی زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) گزارش کردند که در ماهیان تغذیه شده با سطح ۲ درصد کلرلا وزن به‌دست آمده در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار تغذیه شده با ۱ درصد کلرلا بیش‌تر بود. Kim و همکاران(۲۰۰۲)به بررسی اثرات مکمل غذایی کلرلا(*C. ellipsoidea*) بر رشد، شاخص‌های خونی و ترکیب بدن در کفشک ماهی زیتونی، Radhakrishnan و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی اثر جایگزینی کلرلا با پودر ماهی بر رشد، کارایی انرژی و آنزیم‌های گوارشی در میگوی آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) و Rahimnejad و همکاران (۲۰۱۷)به بررسی‌اثرات تغذیه‌ای‌کلرلا بر رشد، کارایی غذا، پارامترهای بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی در کفشک‌ماهی زیتونی پرداختند. امروزه در آبزی‌پروری، تغذیه بالاترین و بیش‌ترین سهم را به‌خود اختصاص داده است. بنابراین دانش تغذیه و تغذیه عملی و روش‌های آن به‌منظور تهیه و تامین غذای مناسب و ارزان قیمت می‌تواند نقش مهمی در کاهش هزینه‌ها و پرورش موفق آبزیان را به‌همراه داشته باشد (Pereira و همکاران، ۲۰۱۲). از طرف دیگر نقش ماهیان استخوانی از نظر تأمین بخشی از پروتئین مورد نیاز و درآمد برای ساحل نشینان بر کسی پوشیده نیست. به‌همین دلیل، برای بهبودبازده اقتصادی تولیدات‌دامی، افزودنی‌های گیاهی گزینه مناسبی به‌شمار می روند.جلبک‌ها به‌عنوان منبعی غنی از ترکیبات مفید و فعال‌زیستی محسوب می‌شوند. امروزه در بسیاری از کشورهای اروپایی و آسیایی از جلبک کلرلا جهت تولید مکمل‌های غذایی استفاده می‌شود. کلرلا حاوی بیش‌ترین میزان کلروفیل در بین تمام گونه‌های گیاهی شناخته شده است. این جلبک به‌دلیل محتوای غنی و کامل خود، کمبودهای احتمالی در رژیم غذایی را از طریق تامین پروتئین، فیبر، ویتامین‌ها، عناصر معدنی جبران می‌کند (Radhakrishnan و همکاران، ۲۰۱۴).از آن‌جاکه تاکنون مطالعه‌ای درخصوص استفاده از پودر کلرلای تولید شده در ایران بر رشد، تغذیه و ترکیب شیمیایی در ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) صورت نگرفته و نظر به اهمیت کفال ماهیان خاکستری به‌عنوان یکی از ذخایر مهم شیلاتی و امکان تکثیر در شرایط مصنوعی و نیمه مصنوعی و هم‌چنین قابلیت پرورش در استخرهای خاکی و قدرت سازگاری به محدوده وسیعی از دما،شوری‌و شرایط تغذیه‌ای(Porfaraj و همکاران، ۲۰۱۳)،این تحقیق به‌منظور بررسی پودر جلبک کلرلا به‌عنوان مکمل غذایی بر رشد، تغذیه و ترکیب شیمیایی لاشه در ماهی کفال خاکستری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش: این پژوهش در بهمن ماه ۱۳۹۵ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهی موسسه تحقیقات شیلات چابهار انجام شد.۱۲۰ قطعه ماهی کفال خاکستری از سواحل چابهار به‌کمک صیاد به‌روش پره ساحلی، صید و به محل آزمایش انتقال داده شد. پس از طی مرحله سازگاری به‌مدت دو هفته و اطمینان از سلامتی آن‌ها، ماهی‌ها با میانگین وزنی ۲/۰۱±۱۴/۹۵ گرم و میانگین طولی ۱۰/۰۶±۲۱/۰ سانتی‌متر شمارش شده و با تراکم ۱۰ قطعه به ۱۲ مخزن ۶۰ لیتری منتقل شدند.درطول‌دوره،پارامترهای آب اندازه‌گیری شد. به‌طور میانگین در کل دوره درجه حرارت آب ۰/۵±۲۸/۲ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۰/۸۷±۷/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر و pH آب ۸/۴±۷/۰ بود. در طی دوره آزمایش فتوپریود به‌صورت ۱۲D:۱۲Lبود.

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای مورد استفاده در تحقیق حاضر شامل تیمار شاهد (غذای تجاری (۴۸ درصد پروتئین، ۱۱ درصد چربی، ۱۱ درصد خاکستر و ۷/۳درصدرطوبت) با سایز ۱/۴ میلی‌متر ساخت شرکت تعاونی تولیدی ۲۱ بیضاء شیراز) و ۴ تیمار با سطوح ۵، ۱۰، و ۱۵ گرم بر کیلوگرم پودرجلبک کلرلا بودند (Bai و همکاران، ۲۰۰۱) با سه تکرار برای هر تیمار در طی یک دوره ۶۰ روزه مورد استفاده قرار گرفتند.

آماده‌سازی جیره و غذادهی به ماهیان: به‌منظور اضافه نمودن سطوح مختلف پودرجلبک کلرلا (خریداری از شرکت نانوشیمی یاخته تهران) به غذای کنسانتره ابتدا مقدارغذا برای کل دوره (۶۰ روز) برای هر تیمار محاسبه سپس با درصد مشخصی آب مقطر (۴۰ میلی‌لیتر)، پودر به جیره اضافه گردید تا به‌حالت خمیری درآید. سپس خمیر از چرخ گوشت با مش ۱/۴ میلی‌متری عبور داده شد و به‌شکل پلت در مجاورت هوا خشک گردید و سپس برای مصرف در کل دوره آزمایش دردمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد(Choiوهمکاران، ۲۰۱۵). مقدار غذای روزانه با توجه به‌درصد وزن بدن (توده زنده) محاسبه شد و در نوبت صبح و عصر به‌میزان ۳ درصد وزن بدن (در حد سیری) در اختیار ماهیان قرار گرفت. عمل سیفون کردن به‌صورت یک روز در میان انجام و باقی‌مانده غذایی و مدفوع ماهی‌ها از مخازن خارج گردید.

زیست‌سنجی و بررسی پارامترهای رشد و تغذیه: به‌منظور اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، در انتهای آزمایش تمام ماهی‌های هر مخزن خارج شده و وزن (با دقت ۰/۰۱ گرم)و طول(بادقت ۱میلی‌متر) آن‌ها ثبت گردید. با استفاده از داده‌های حاصل از زیست‌سنجی‌ها، میزان پروتئین موجود در غذا و اندازه‌گیری پروتئین لاشه، شاخص‌های رشد شامل میزان رشد روزانه، نرخ رشد ویژه، شاخص کبدی (Wahli و همکاران، ۲۰۰۳)، میزان غذای دریافتی (Misra و همکاران، ۲۰۰۶)، ضریب تبدیل غذایی و شاخص وضعیت، راندمان مصرف پروتئین و راندمان مصرف چربی (Bai، ۲۰۰۱) تعیین شد:

میزان رشد روزانه (DGR):

$$DGR = \frac{[(WG \times ۱۰۰)/(Wi + Wf)/۲)]}{t}$$

Wf=وزن نهایی(g)، Wi=وزن اولیه(g)، WG=افزایش‌وزن‌به‌دست‌آمده(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):

$$VFI = \frac{۱۰۰ \times \text{crude feed intake}/\ (Wf + Wi/۲)}{t}$$

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)

راندمان مصرف چربی (LER):

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

BWf =وزن نهایی (g)، BWi = وزن اولیه (g)

SGR= نرخ رشد ویژه:

$$SGR = \frac{Ln\ (Wf) - Ln(Wi)}{\Delta t} \times ۱۰۰$$

LnWf= لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم)، Ln Wi= لگاریتم طبیعی وزن اولیه (گرم)، t= دوره پرورش (روز)

CF = شاخص وضعیت:

$$CF = \frac{W}{L^{۳}} \times ۱۰۰$$

wet weight = وزن مرطوب (گرم)، length = طول (سانتی‌متر)

HSI= شاخص کبدی:

$$HSI = \frac{Wliver}{W} \times ۱۰۰$$

Wliver= وزن کبد (گرم)، Wf= وزن نهایی (گرم)

آنالیز لاشه: در پایان دوره آزمایش(روز ۶۰)از هر مخزن آزمایش، به‌صورت تصادفی ۳ قطعه لارو ماهی پس از تحمل۲۴ ساعت گرسنگی، صید شده و به‌منظور تعیین ترکیب شیمیایی لاشه به آزمایشگاه شبکه دامپزشکی چابهار منتقل شد.تجزیه‌شیمیایی ترکیب‌لاشه‌براساس‌روش استاندارد AOAC انجام گرفت. میزان پروتئین لاشه از روش کلدال، چربی‌با استفاده از روش سوکسله و از طریق‌حل‌نمودن‌چربی در اتر، رطوبت از طریق قرار دادن نمونه در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و توزین نمونه بعد از خنک شدن و خاکستر از طریق سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۶ ساعت و توزین نمونه پس از خنک شدن محاسبه شدند (AOAC، ۱۹۸۹).

آنالیز آماری: تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیب لاشه با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون مقایسه چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مختلف صورت گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS ۱۶ در محیط ویندوز XPاستفاده گردید.

نتایج

شاخص‌های رشد: نتایج مربوط به شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف در ماهی کفال خاکستری تغذیه شده با رژیم‌های غذایی مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰) در جدول ۱ آورده شده

www.SID.ir

Archive of SID

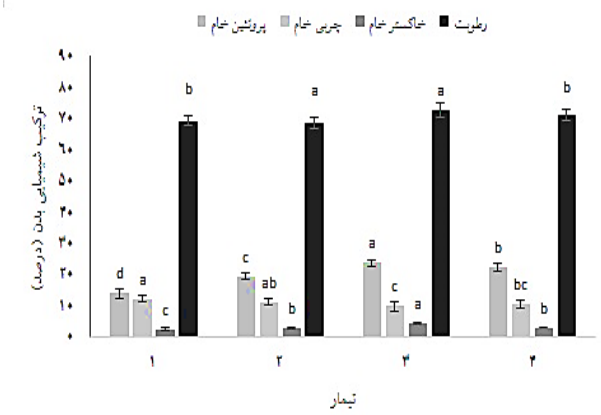
است. در شروع آزمایش، اختلاف معنی‌داری بین وزن و طول اولیه تیمارها و گروه شاهد مشاهده نشد (P>۰/۰۵). همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد در شاخص‌های طول نهایی، میزان غذای دریافتی، افزایش وزن به‌دست آمده، راندمان مصرف پروتئین، راندمان مصرف چربی و نرخ رشد ویژه تیمار ۲ با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری دارد (P>۰/۰۵). بیش‌ترین میزان طول نهایی و میزان رشد روزانه به‌دست آمده در تیمار ۲ مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). هم‌چنین کم‌ترین میزان غذای دریافتی در تیمارهای تغذیه شده با ۵ و ۱۰ گرم جلبک دز هر کیلوگرم غذا مشاهده شد. ضریب تبدیل غذایی، ضریب وضعیت و شاخص کبدی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵).

جدول ۱: مقایسه میانگین (میانگین± خطای معیار) شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰)

	تیمار			
	۱	۲	۳	۴
وزن اولیه (گرم)	۱۵/۰۳±۰/۱۲^{a}	۱۴/۸۸±۰/۰۹^{a}	۱۴/۹۷±۰/۱۱^{a}	۱۴/۹۳±۰/۱۱^{a}
طول اولیه (سانتی‌متر)	۱۱/۰۵±۰/۱۴^{a}	۱۱/۰۸±۰/۱۰^{a}	۱۱/۰۱±۰/۱۳^{a}	۱۱/۲۹±۰/۱۴^{a}
وزن نهایی (گرم)	۳۷/۸۶±۲/۹۰^{ab}	۴۷/۱۸±۱/۸۷^{a}	۴۳/۸۷±۳/۴۱^{ab}	۳۵/۰۱±۴/۱۲^{b}
طول نهایی (سانتی‌متر)	۱۳/۷۳±۰/۴۲^{c}	۱۵/۸۹±۰/۳۷^{a}	۱۴/۷۶±۰/۱۳^{b}	۱۴/۶۴±۰/۱۵^{b}
میزان غذای دریافتی (درصد)	۱/۴۸±۰/۱۰^{ab}	۱/۱۶±۰/۰۴^{c}	۱/۲۸±۰/۰۶^{bc}	۱/۶۶±۰/۱۴^{a}
میزان افزایش وزن به‌دست آمده (درصد)	۱۵۱/۳۳±۱۸/۶۴^{b}	۲۱۶/۸۵±۱۲/۳۹^{a}	۱۹۳/۲۰±۲۲/۸۳^{ab}	۱۳۵/۰۹±۲۷/۸۶^{b}
میزان رشد روزانه به‌دست آمده (درصد)	۵/۲۲±۰/۳۹^{bc}	۶/۵۳±۰/۱۸^{a}	۶/۰۳±۰/۲۷^{ab}	۴/۵۷±۰/۵۹^{c}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۰۵±۰^{a}	۱/۰۴±۰^{a}	۱/۰۶±۰^{a}	۱/۰۵±۰^{a}
راندمان مصرف پروتئین	۳/۰۵±۰/۳۷^{b}	۴/۳۷±۰/۲۴^{a}	۳/۸۹±۰/۴۶^{ab}	۲/۷۲±۰/۵۶^{b}
راندمان مصرف چربی	۱۲/۷۱±۱/۵۶^{b}	۱۹/۷۱±۱/۱۲^{a}	۱۶/۹۴±۲^{ab}	۱۲/۰۶±۲/۴۸^{b}
نرخ رشد ویژه (درصد)	۱/۴۶±۰/۱۳^{bc}	۱/۹۰±۰/۰۷^{a}	۱/۷۳±۰/۱۱^{ab}	۱/۲۷±۰/۱۸^{c}
شاخص وضعیت (درصد)	۱/۵۵±۰/۱۶^{a}	۱/۲۳±۰/۰۹^{a}	۱/۳۸±۰/۱۳^{a}	۱/۱۴±۰/۱۵^{a}
شاخص کبدی (درصد)	۳/۶۹±۰/۹۳^{a}	۴±۰/۷^{a}	۲/۹۰±۰/۷۶^{a}	۲/۹۸±۰/۴۸^{a}

وجود حروف غیرهمسان در هرردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵)، تیمار۱ تا ۴ به‌ترتیب حاوی ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم جلبک کلرلا برکیلوگرم است.

ترکیب شیمیایی بدن ماهی: نتایج اثرات سطوح مختلف عصاره جلبک کلرلا بر ترکیبات شیمیایی بدن ماهی کفال خاکستری در روز ۶۰ ام در شکل ۱ آورده شده است. در پایان دوره آزمایش، بیش‌ترین میزان پروتئین خام، و رطوبت در تیمار ۳ مشاهده شد و اختلاف معنی داری را در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد (P<۰/۰۵). هم‌چنین کم‌ترین میزان چربی در تیمار ۳ مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با تیمار ۴ نشان نداد (P>۰/۰۵). تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف جلبک کلرلا اختلاف معنی‌داری را از نظر میزان پروتئین خام و خاکستر در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند (P<۰/۰۵).



شکل ۱: نمودار میانگین و خطای معیار میزان ترکیب شیمیایی بدن ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف (۰،۵،۱۰و ۱۵ گرم پودر جلبک کلرلا به هر کیلوگرم غذا) در پایان دوره آزمایش

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است (p<۰/۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تیمار حاوی ۵ گرم پودر جلبک در هر کیلوگرم غذا منجر به بهبود شاخص‌های طول نهایی، میزان غذای دریافتی، افزایش وزن به‌دست آمده، نرخ رشد ویژه، راندمان مصرف پروتئین و راندمان مصرف چربی در مقایسه با تیمار شاهد شد درحالی‌که افزایش سطوح پودر جلبک در جیره غذایی ماهی کفال خاکستری (۱۰ و ۱۵ گرم جلبک بر کیلوگرم غذا) منجر به کاهش روند رشد در این ماهی گردید که با نتایج حاصل از تحقیق Bai و همکاران (۲۰۰۱) هم‌خوانی داشت. آن‌ها گزارش کردند که بیش‌ترین شاخص رشد در ماهی صخره ماهی در سطح ۰/۵ درصد جلبک مشاهده شد و با افزایش سطوح جلبک در جیره غذایی عملکرد رشد کاهش یافت. از آن‌جایی‌که جلبک کلرلا به‌عنوان منبع پروتئین معرفی شده است ولی گزارش‌های چندانی در ارتباط با کارایی پودر جلبک کلرلا به‌عنوان منبع پروتئین در پرورش ماهی به‌اثبات نرسیده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که سطوح بالای پودر جلبک کلرلا دارای اثرات منفی بر رشد و کارایی تغذیه ماهی کفال خاکستری بود که با نتایج حاصل از تحقیق بر روی ماهی صخره‌ای هم‌خوانی داشت (Bai و همکاران، ۲۰۰۱). آن‌ها گزارش کردند که بیش‌ترین شاخص رشد در ماهی صخره ماهی در سطح ۰/۵ درصد جلبک مشاهده شد و با افزایش سطوح جلبک در جیره غذایی عملکرد رشد کاهش یافت. Koo و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی سطح بهینه غذایی پودر کلرلا به‌عنوان مکمل غذایی بر عملکرد رشد درکفشک ماهی زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) گزارش کردند که در ماهیان تغذیه شده با سطح ۲ درصد کلرلا وزن به‌دست آمده در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار تغذیه شده با ۱ درصد کلرلا بیش‌تر بود هم‌چنین بیش‌ترین کارایی تبدیل غذایی در تیمار حاوی ۲ درصد کلرلا مشاهده شد. می‌توان گفت که میزان سطح بهینه مکمل غذایی برای ایجاد اثرهای مثبت بر شاخص‌های رشد در گونه‌های مختلف ماهی متفاوت است. هم‌چنین اثرات مثبت جلبک کلرلا بر میزان رشد نشان می‌دهد که این جلبک به‌دلیل محتوای غنی و کامل خود، کمبودهای احتمالی در رژیم غذایی را از طریق تامین پروتئین، فیبر، ویتامین‌ها، عناصر معدنی جبران می‌کند (Radakrishnan و همکاران، ۲۰۱۴). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از جلبک کلرلا در رژیم غذایی ماهی کفال خاکستری تاثیر معنی‌داری را در شاخص وضعیت و شاخص کبدی در مقایسه با شاهد نداشت که با نتایج به‌دست آمده بر روی ماهی کفشک زیتونی هم‌خوانی داشت (Koo و همکاران، ۲۰۱۴).

در مطالعه حاضر، سطوح چربی خام بدن با استفاده از رژیم غذایی حاوی ۱۰ و ۱۵ گرم جلبک بر کیلوگرم غذا کاهش یافت که با تحقیق Koo و همکاران (۲۰۰۱) هم‌خوانی داشت آن‌ها گزارش کردند که استفاده از رژیم حاوی ۲و ۴ درصد پودر کلرلا در جیره ماهی کفشک زیتونی منجر به کاهش چربی گردید. هم‌چنین Kim و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که استفاده از ۲ و ۴ درصد پودر کلرلا در جیره غذایی کفشک ماهی زیتونی منجر به کاهش چربی خام بدن شد. می‌توان گفت که احتمالاً استفاده از مکمل غذایی جلبک کلرلا منجر به تنظیم واکنش‌های هورمونی در متابولیسم چربی شده که در نهایت منجر به سوخت و ساز ذخایر چربی برای تامین انرژی مورد نیاز بدن شده است. هم‌چنین نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بیش‌ترین میزان پروتئین خام و رطوبت بدن در تیمار حاوی ۱۰ گرم پودر جلبک بر کیلوگرم غذا مشاهده شد. Abdulrahman (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. می‌توان گفت که وجود پودر جلبک در جیره‌های غذایی باعث شده تا در فرآیند متابولیسم، پروتئین مسیر اصلی خود یعنی مسیر سنتز بافت را طی نموده و به شکل پروتئین ذخیره گردد (Shalaby و همکاران، ۲۰۰۶؛ Ebrahim Dorche و همکاران، ۲۰۱۳؛ Abdulrahman، ۲۰۱۴).

در کل، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از پودر جلبک کلرلا منجر به افزایش شاخص‌های رشد ماهی و بهبود کیفیت لاشه و متابولیسم لیپید گردید و استفاده از ۵ گرم پودر جلبک بر کیلوگرم غذا در جیره غذایی ماهی کفال خاکستری توصیه می‌گردد. از آن‌جایی‌که علت اصلی تغییر متابولیسم لیپید به‌واسطه اضافه نمودن جلبک به جیره‌غذایی‌هنوز نامشخص است لذا نیاز به مطالعه بیش‌تری در این زمینه است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری ریاست و پرسنل‌محترم موسسه تحقیقات شیلات چابهار و کارشناس محترم آزمایشگاه شبکه دامپزشکی چابهار تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. **Abdulrahman, N.M., 2014**. Effect of replacing fishmeal with Spirulinaspp. on carcass chemical composition of common carp *Cyprinus carpioL.*Iraqi Journal of. Veterinary Science. Vol. 28, pp: 67-70.

۲. **AOAC. 1989.** Assosiation of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Method of Analysis of the Assosiation of

www.SID.ir

Archive of SID

Official Analytical Chemists, 15th ed. Assosiation of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA. 374 p.

۳. **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. 184 p.

۴. **Bai, S.C.; Koo, J.W.; Kim, K.W. and Kim, S.K., 2001**. Effects of *Chlorella* powder as a feed additive on growth performance in juvenile Korean rockfish, ***Sebastes schlegeli*** (Hilgendorf). Aquaculture Research. Vol. 32, pp: 92-98.

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

۶. **Ebrahimi Dorche, I.; Tangestani, R.; Alizadeh Dvghyklayy, 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. Vol. 11, pp: 1-12.

۷. **Kim, K.W.; Bai, S.C.; Koo, J.W. and Wang, X., 2002.** Effects of Dietary *Chlorella ellipsoidea* Supplementation on Growth, Blood Characteristics, and Whole-Body Compositionin Juvenile Japanese Flounder *Paralichthys olivaceus*. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 33, pp: 424-431.

۸. **Koo, J.; Bai, S.C.; Kim, K. and Kim, S., 2014.**Optimum Dietary Level of Chlorella Powder as a Feed Additive for Growth Performance of Juvenile Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus*. Journal of Applied Aquaculture. Vol. 11, pp: 55-66.

۹. **Milledge, J.J., 2011.**Commercial application of microalgaeother than as biofuels: a brief review. Reveiw Environmental Science and Biotechnology. Vol. 10, pp: 31-41.

۱۰. **Misra, C.K.; Kuamr, D.B.; Mukherjee, S.C. and Pattnaik, P., 2006.** Effect of long term administration of dietary â glucan on immunity, growth and survival of *Labeo rohita*fingerlings. Aquaculture. Vol. 255, pp: 82-94.

۱۱. **Nick, G.L., 2003.** Addressing human exposure to environmental toxins with *Chlorella pyrenoidosa* Medicinal Properties in Whole Foods. Townend Letter for Doctors and Patients. (http://findarticles.com/ p/articles).

۱۲. **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 Resrearch. Vol. 1, pp: 77-82.

۱۳. **Porfaraj, V.; Karami, M.; Nezami, S.A.; Rafiee, G.R.; Khara, H. and Hamidoghli, A., 2013**.Study of some biological features of Mullets in Iraniancoasts of the Caspian Sea. Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics. Vol. 2, pp: 97-110.

۱۴. **Radhakrishnan, S.; Saravana Bhavan, P.; Seenivasan, C. and Muralisankar, T., 2015**.Effect of dietary replacement of fishmeal with *Chlorellavulgaris* on growth performance, energy utilization anddigestive enzymes in *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. International Journal of Fisheries andAquaculture. Vol. 7, pp: 62-70

۱۵. **Rahimnejad, S.; Lee, S.M.; Park, H.G. and Choi, J., 2017.** Effects of Dietary Inclusion of *Chlorella vulgaris* on Growth, Blood Biochemical Parameters, and Antioxidant Enzyme Activity in Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus* Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 48, pp: 103-112.

۱۶. **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 Animimals and ToxinsIncluding Tropical Diseases. Vol. 12, pp: 172-201.

۱۷. **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 (*Oncorhyncus mykiss*) Aquaculture. Vol. 225, pp: 371-386.

www.SID.ir