Journal of Aquaculture Sciences 11(21): 111-119 (2023)
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

نشریه علوم آبزی‌پروری
دوره ۱۱، شماره ۲۱: ۱۱۱-۱۱۹ (۱۴۰۲)

اثر عصاره جلبک قهوه‌ای *Stoechospermum marginatum* بر ترکیب اسیدهای چرب و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus* Linnaeus 1758)

عبدالجمیل محمدی سیب، پریا اکبری*، سراج بیتا

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۴ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۶**

چکیده

ماکروجلبک‌ها منابع غنی از ترکیبات زیست‌فعال، از نظر ساختاری متنوع، با پتانسیل ارزشمند زیست‌پزشکی و دارویی می‌باشند، که می‌توانند به‌عنوان اجزای عملکردی ارتقادهنده سلامتی در غذای آبزیان باشند. هدف از این مطالعه، بررسی اثر عصاره جلبک قهوه‌ای *Stoechospermum marginatum* بر ترکیب اسیدهای چرب و وضعیت آنتی‌اکسیدانی ماهی کفال خاکستری بود. برای انجام تحقیق، ۱۲۰ قطعه ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) با میانگین وزنی ۱/۰۲±۹/۵۶ گرم، در ۴ تیمار با جیره‌های مختلف شامل ۰ (تیمار شاهد)، ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم عصاره جلبک بر کیلوگرم غذا تیماربندی شدند. کمترین میزان مریستیک‌اسید (C۱۴:۰) (۰/۰۹±۱/۰۶درصد)، استئاریک اسید (C۱۸:۰) (۰/۰۹±۴/۱۷ درصد) در تیمار ۴ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد در حالی‌که میزان لینولنیک‌اسید (C۱۸:۳ n-۳) (۰/۰۳±۲/۵۲ درصد) و لینولئیک‌اسید (C۱۸:۲n-۶) (۲/۰۹±۴۲/۶۰ درصد) از دسته PUFA در تیمار ۴ به‌طور معنی‌دار بیشتر از تیمار شاهد بود ($P<۰/۰۵$). بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد از نظر فعالیت آنزیم کاتالاز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). کمترین میزان مالون دی‌آلدئید در تیمار حاوی ۱۵ گرم عصاره جلبک بر کیلوگرم غذا مشاهده شد. تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره جلبک افزایش معنی‌داری را از نظر فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیداز دیسموتاز و گلوتاتیون احیاءشده در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند ($P<۰/۰۵$). نتایج نشان داد که ماهیان کفال خاکستری تغذیه شده با رژیم غذایی حاوی ۱۵ گرم عصاره جلبک*Stoechospermum marginatum* در هر کیلوگرم غذا منجر به بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و ترکیب اسیدهای چرب شد و استفاده از ۱۵ گرم عصاره جلبک در هر کیلوگرم غذا در جیره غذایی ماهی کفال خاکستری سودمند می‌باشد.

کلید واژگان: عصاره جلبک، ماهی کفال خاکستری، ارزش غذایی، ایمنی

*نویسنده مسئول paria.akbary@gmail.com

مقدمه

در طول چند سال گذشته با افزایش تقاضای مصرف آبزیان، صنعت آبزی‌پروری گسترش یافت (Tacon *et al*., 2008). به‌دلیل افزایش تولید در مزارع پرورش ماهی بروز بیماری‌ها خسارات اقتصادی زیادی را به این منابع وارد کرده است، بنابراین از هورمون‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، ویتامین‌ها و مواد شیمیایی متعدد به‌عنوان محرک رشد، اثرات ضدمیکروبی و اهداف دیگر در سیستم پرورش آبزیان مورد استفاده قرار گرفته است (اکبری و همکاران، ۱۳۹۹). هرچند مواد شیمیایی بیان شده اثرات مثبتی بر ماهی و میگو داشته‌اند (Perazzolo *et al*., 2002)، اما به‌دلیل ایجاد باقی‌مانده دارویی در بافت‌ها و عضلات ماهی و میگو، استفاده از آن‌ها در پرورش تجاری آبزیان با محدودیت مواجه می‌شود. دانشمندان تحقیقات زیادی را در ارتباط با پیدا کردن مواد جایگزین این مواد شیمیایی با خطرپذیری کمتر برای آبزی و انسان پرداخته‌اند (Peixoto *et al*., 2016; Mousavi and Hellat, 2019).

امروزه از جلبک‌های دریایی به دلیل داشتن خواص ضدباکتریایی، ضدویروسی، ضدقارچی و همچنین داشتن ترکیبات زیستی‌فعال مثل کاروتنوئیدها، پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها، اسیدهای چرب ضروری، ویتامین‌ها و مواد معدنی به‌عنوان پتانسیلی برای افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها، بهبود رشد و بازماندگی ماهی‌ها نام برده می‌شود (Bigogno *et al*., 2002). جلبک‌های دریایی قهوه‌ای (Phaephyceae) بزرگترین و پیچیده‌ترین گروه جلبک‌های دارای رنگ قهوه‌ای، زیتونی یا قهوه‌ای مایل به زرد هستندکه به‌طور گسترده‌ای در مناطق گرمسیری تا قطبی اقیانوس پراکنش دارند (Indrawati *et al*., 2015). این جلبک‌ها، حاوی ترکیبات زیست‌فعالی از جمله رنگدانه‌ها، فوکوئیدان‌ها، فیکوکلوئیدها و فلوروتانن‌ها می‌باشند و همچنین به‌عنوان منابع غذایی انسان استفاده می‌شوند. خواص فیتوشیمیایی جلبک‌های با توجه به موقعیت جغرافیایی پراکنش، زیستگاه‌ها، بلوغ، فصول و اصل شرایط محیطی مانند آب، دما، شوری و نور متفاوت است (Arumugama *etal*., 2017).

تحقیقات تغذیه‌ای در دهه ۱۹۸۰ اهمیت اسیدهای چرب غیراشباع را در متابولیسم آبزیان دریایی آشکار ساخت (Leger and Sogeloos, 1992). از میان مشتقات اسیدهای چرب غیراشباع، لینولئیک‌اسید (سری۳) نیاز به توجه ویژه دارد زیرا نقش آن در سنتزهورمون‌های ایکوزانوئید و متابولیسم سلولی با توانایی ضعیف آبزیان دریایی حائز اهمیت است (Kanazawa *et al*., 1979). اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیر به‌ویژه ایکوزاپنتانوئیک اسید و دکوزاهگزانوئیک اسید از ترکیبات ضروری مورد نیاز در ساختار غشای سلول، تنظیم اسمزی و سنتز هورمون‌های غدد درون‌ریز بوده و در فعال نمودن سیستم ایمنی نقش مهمی را ایفامی‌کنند (شکوری و همکاران، ۱۳۹۹).

ماهیان برای محافظت از سلول‌های خود در برابر آسیب‌های گونه‌های فعال اکسیژن (Reactive Oxygen Species (ROS)) دو سیستم دفاعی آنتی‌کسیدانی غیرآنزیمی و آنزیمی دارند. در سیستم آنزیمی افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی موجب محدود و مهارشدن فعالیت رایکال‌های آزاد می‌گردد (نادری و همکاران، ۱۳۹۳). آنزیم‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی شامل سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز که به‌همراه دیگر آنزیم‌ها مجموعه‌ای از دفاع آنتی‌اکسیدانی سلولی را تشکیل می‌دهند و نقش حذف رادیکال‌های آزاد را بر عهده دارند و به‌طورکلی تمامی عوامل آنتی‌اکسیدانی موجود در بدن موجود زنده، چه آنزیم‌های درون‌سلولی و چهترکیبات مغذی آنتی‌اکسیدانی (عوامل غیرآنزیمی) همگی تحت عنوان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل نامیده می‌شوند (علی و همکاران، ۱۳۹۳).

تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه فعالیت آنتی‌باکتریایی عصاره گونه‌های مختلف ماهیان دریایی انجام شده است (اکبری و شهرکی، ۱۳۹۵؛ اکبری و سهراب‌زایی، ۱۳۹۸؛ Chie *et al*., 2014؛ Peixoto *et al*., 2016؛ Akbary and Aminikhoei, 2018). به‌عنوان مثال، Choi و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که در کفشک ماهیان زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) تغذیه‌شده با گلیکوپروتئین جلبک *Hizikia fusiformis* سطوح PUFA از جمله آراشیدونیک اسید (ARA)، دیکوزاهگزانوئیک اسید (DHA)، ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و لینولئیک اسید (LIA) تغییر می‌کند. اکبری و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند که ماهیان کفال (*Mugil cephalus*) تغذیه‌شده با رژیم غذایی حاوی ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم عصاره جلبک قرمز جانیا (*Jania adhaerens*) در هر کیلوگرم غذا منجر به بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و شاخص‌های بیوشیمیایی

سرم خون شد و استفاده از ۱۵ میلی‌گرم عصاره جانیا در هر کیلوگرم غذا در جیره غذایی ماهی کفال خاکستری توصیه گردید.

آبزی‌پروری پایدار و موفق در ارتباط با حفظ سلامت موجود آبزی و ایده‌آل‌سازی شرایط پرورشی برای کسب حداکثری رشد آبزیان و همچنین کاهش هزینه‌های جانبی فرآیند تولید می‌باشد. از این‌رو محققان و پرورش‌دهندگان در پی یافتن راه‌کارهای نوین و بهتر برای تحقق هدف آبزی‌پروری هستند. رشد سریع، کارایی تغذیه، عملکرد رشد و افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها از اهداف مهم صنعت آبزی‌پروری محسوب می‌شود (Das and Tripathi, 1991). هدف اساسی در این راستا این است که تا حد ممکن بازدهی استفاده از مواد خوراکی با بکارگیری مدیریتی جدید مانند فرآوری مواد خوراکی، مکمل‌سازی، جایگزینی، دست‌کاری فرآیندهای هضم در دستگاه گوارش و حتی بهینه‌سازی شرایط نگهداری مواد خوراکی افزایش یابد. بسیاری از گیاهان با داشتن آنتی‌اکسیدان‌های فراوان و چربی‌های امگا ۳ و امگا ۶ باعث مهار پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود و این ویژگی با شکستن ساختار اکسیدکننده موجود توسط سیتوکروم و خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد اعمال می‌شود (اکبری و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین به‌دلیل داشتن خواص ضدباکتریایی، ضدقارچی و ضدویروسی و همچنین داشتن ترکیبات زیست‌فعالی مثل پلی‌ساکاریدهای پیچیده، پروتئین‌ها، اسیدهای چربضروری،کاروتنوئیدها، ویتامین‌ها و مواد معدنی به‌عنوان پتانسیلی برای افزایش بازماندگی، بهبود رشد و افزایش مقاومت در برابر بیماری‌های ماهی های پرورشی مورد توجه هستند.با توجه به اهمیت موارد فوق، در این مطالعه، اثر عصاره جلبک قهوه‌ای *Stoecheospermum marginatum* بر ترکیب اسیدهای چرب و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ماهی کفال خاکستری (*M. cephalus*) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش: این پژوهش در اواخرسال ۱۳۹۹ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهی مرکز تحقیقات شیلات چابهار انجام شد. در مجموع ۱۲۰ قطعه ماهی کفال خاکستری از مرکز تحقیقات شیلات آب‌های دور چابهار خریداری و پس از طی مرحله سازگاری به‌مدت دو هفته و اطمینان از سلامتی آن‌ها، با میانگین وزنی ۱/۰۲±۹/۵۶ گرم و میانگین طولی ۲/۸۱±۱۰/۴۰ سانتی‌متر شمارش شده و با تراکم ۱۰ قطعه به ۱۲ مخزن ۶۰ لیتری منتقل شدند. در طول دوره، 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 ۰/۴±۷/۸ بود. در طی دوره آزمایش، دوره نوری به‌صورت ۱۲D:۱۲Lبود. به‌منظور هوادهی و نیاز اکسیژن ماهی‌ها 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)، ۳ تیمار با سطوح g/kg ۵ ،۱۰ و ۱۵ عصاره جلبک *S. marginatum* بودند که با سه تکرار برای هر تیمار در طی یک دوره ۶۰ روزه مورد استفاده قرار گرفتند (Choi *et al*., 2015).

تهیه جلبک *S. marginatum* و آماده‌سازی عصاره: جمع‌آوری جلبک *S. marginatum* از سواحل تیس واقع در ۵ کیلومتری بندر چابهار هنگام جزر صورت گرفت و با کلید شناسایی مرکز تحقیقات شیلات (قرنجیک و روحانی قادیکلایی، ۱۳۸۹) مورد تأیید و سپس در فضای آزاد و به دور از نور مستقیم خورشید خشک و توسط دستگاه همزن برقی کاملاً به حالت پودر تبدیل شدند.۲۰ گرم از پودر جلبک با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دریا دو بار تقطیر در داخل ارلن مایر ۵۰۰ میلی‌لیتر همراه مگنت به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه‌سانتی‌گراد روی هیتر حرارت داده شد. سپس محلول حاصل به مدت ۲۵ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ و محلول رویی با استفاده از کاغذ واتمن (شماره ۱۰) فیلتر شد. عصاره به‌دست آمده برای استفاده‌های بعدی در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Choi *et al*., 2014, 2015).

آماده‌سازی جیره و غذادهی به ماهیان: به‌منظور اضافه نمودن سطوح مختلف مکمل به غذای کنسانتره ابتدا مقدار غذا را برای کل دوره ۸ هفته برای هر تیمار محاسبه شد سپس هر یک از سطوح۵ ، ۱۰ و ۱۵ گرم عصاره جلبک در هر کیلوگرم غذا در آب مقطر حل و با اسپری‌کننده‌های جداگانه به سطح غذا اسپری گردید. پس از ۴۸ ساعت جیره‌های خشک جمع‌آوری و در نایلون‌های مجزا در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. تیمار شاهد تنها با آب

جدول ۱- ترکیب شیمیایی رژیم‌های غذایی مورد آزمایش

گرم عصاره جلبک *Stoechospermum marginatum* درهرکیلوگرم رژیم‌های غذایی

ترکیب شیمیایی (درصد)	۰	۵	۱۰	۱۵
پروتئین خام	۵۱/۶	۵۱	۵۰/۶	۵۱/۶
چربی خام	۱۱/۹	۱۱	۱۱/۴	۱۱/۲
خاکسترخام	۱۲/۱	۱۲	۱۱/۸	۱۲/۶
رطوبت	۶/۳	۵/۶	۵/۷	۶/۴

مقطر اسپری شد (Choi *et al*., 2015). مقدار غذای روزانه با توجه به ۵ درصد وزن بدن (توده زنده) محاسبه شد و در نوبت صبح و عصر در اختیار ماهیان قرار گرفت. عمل سیفون کردن به‌صورت یک روز در میان انجام و باقی‌مانده غذایی و مدفوع ماهی‌ها از مخازن خارج گردید. آنالیز ترکیب شیمیایی رژیم‌های غذایی مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

سنجش ترکیب اسیدهای چرب: به‌منظور آنالیز اسیدهای چرب، لیپید بدن به‌کمک مخلوط اتانول و کلروفرم بر اساس روش Folch و همکاران (۱۹۵۷) جداسازی شد. سپس برای بررسی ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌ها از دستگاه کروماتوگرافی مدل Unicam 4600 استفاده شد. ستون این دستگاه ازنوع BP×۷۰ به‌طول ۳۰ متر و قطر ۰/۱ میلی‌متر بود و دمای ستون ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و دمای اینجکتور ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. با تزریق نمونه (۰/۳ میکرولیتر) به‌وسیله سرنگ هامیلتون به دستگاه و با عبور گازحامل هلیوم، استرهای متیله اسیدهای چرب به‌صورت بخار در آمده و از ستون به‌صورت مجزا خارج شده و نمودار آن‌ها ترسیم گردید. استرهای متیله اسیدهای چرب برحسب درصد کل اسیدهای چرب محاسبه شدند.

نمونه‌برداری کبد در پایان دوره آزمایش: به‌منظور تعیین میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰)، ۴۸ ساعت قبل از نمونه‌برداری غذادهی قطع شد تا دستگاه گوارش آن‌ها از مواد غذایی تخلیه گردد (Dazy *et al*., 2008). سپس ماهیان را با استفاده از یک سوزن بلند قطع نخاع شدند و سریعاً در مجاورت یخ (به‌منظور به حداقل رساندن تغییر فعالیت آنزیمی) کالبدشکافی آن‌ها صورت گرفت. سپس کبد با دقت جدا شد، بعد بلافاصله در شرایط انجماد در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد بافت کبد با نسبت (۱:۱۰ حجم/وزن) در بافر پتاسیم فسفات ۱۰۰ میلی‌مولار، KCL ۱۰۰ میلی‌مولار و EDTA یک میلی‌مولار با PH: 7/4 هموژن شد. نمونه هموژن به‌مدت ۳۰ دقیقه در ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد و سوپرناتانت برای سنجش فعالیت آنزیم‌ها مورد استفاده قرار گرفت (Atli and Canli, 2010).

اندازه‌گیری میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان: سنجش آنزیم سوپراکسیدازدیسموتاز در طول موج ۵۶۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد و از یک لوله آزمایش حاوی مخلوط واکنش به‌جز عصاره آنزیمی به‌عنوان شاهد (بلانک) استفاده شد (Winterbouru *et al*., 1975). سنجش فعالیت کاتالاز نیز طبق تجزیه آب اکسیژنه با کاهش جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر به‌مدت ۳۰ ثانیه پیگیری و به ازای هر میلی‌گرم پروتئین در عصاره آنزیمی بیان شد در آن بافر فسفات سدیم ۲۰ میلی‌مولار با پی‌اچ ۷ و ۲۰ میکرولیتر هیدروژن‌پراکساید ۳۰ درصد به‌عنوان پذیرنده الکترون مورد استفاده قرار گرفت (Dazy *et al*., 2008).سنجش فعالیت آنزیم گلوتاتیون‌پراکسیداز مطابق روش Lawrence و Burk (۱۹۷۶) سنجیده شد. و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر میزان جذب نوری در طول موج ۴۴۰ نانومتر مورد سنجش قرار گرفت. سنجش مالانون دی‌آلدهید با استفاده از روش Baluchnejad mojarad و همکاران (۲۰۱۰) در جذب نوری در ۵۳۵ نانومتر صورت گرفت.

آنالیز آماری: تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، و ترکیب لاشه و برخی پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون ماهی کفال خاکستری با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و آزمون مقایسه چند دامنه‌ی دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مختلف صورت گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده گردید.

نتایج

ترکیب اسیدهای چرب: ترکیب اسیدهای چرب جلبک *S. marginatum* در جدول ۲ و میزان اسیدهای چرب بدن

جدول ۲- ترکیب اسیدهای چرب برخی جلبک‌های دریایی (اقتباس از Akbary *et al.*, 2021)

جلبک دریایی	SFAs	MUFAs	PUFAs
Stoechospermum marginatum	۳۲/۳۶±۲/۹۲	۱۸/۴۶±۲/۷۰	۴۷/۹۳±۱/۱۳

جدول ۳- تغییرات میانگین (میانگین±خطای معیار) ترکیب اسیدهای چرب بدن کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰، با سه تکرار)

ترکیب اسیدهای چرب (درصد کل اسید چرب)	تیمار			
	۱	۲	۳	۴
C۱۴:۰	۲/۹۰±۰/۱۹^{a}	۲/۸۶±۰/۱۵^{a}	۲/۵۷±۰/۵۴^{a}	۱/۰۶±۰/۰۹^{b}
C۱۶:۰	۱۱/۴۶±۴/۰۹^{a}	۱۰/۹۰±۱/۱۲^{a}	۱۱/۲۳±۵/۰۱^{a}	۱۱/۴۴±۰/۵۴^{a}
C۱۸:۰	۳/۱۹±۰/۳۱^{c}	۶/۶۴±۰/۰۸^{a}	۶/۲۷±۰/۰۲^{b}	۴/۱۷±۰/۰۹^{c}
C۲۰:۰	۰/۲۷±۰/۰۱^{a}	۰/۲۵±۰/۰۱^{a}	۰/۲۷±۰/۰۱^{a}	۰/۲۳±۰/۰۱^{a}
SFA*	۱۷/۸۲±۱/۰۹^{b}	۲۰/۶۵±۲/۰۴^{a}	۲۰/۳۴±۰/۹۸^{a}	۱۶/۸۸±۲/۵۵^{c}
C۱:۱۴ n	۰/۳۱±۰/۰۰^{a}	۰/۲۰±۰/۰۰^{b}	۰/۱۰±۰/۰۰^{c}	۰/۱۰±۰/۰۰^{c}
C۱:۱۶ n	۵/۱۳±۰/۰۶^{a}	۴/۹۳±۰/۱۲^{ab}	۴/۴۸±۰/۵۳^{bc}	۴/۷۳±۰/۱۶^{c}
C۱:۱۸ n-۹	۲۹/۲۸ ±۱/۱۲^{b}	۲۷/۷۲±۲/۲۴^{c}	۲۶/۲۶±۱/۵۳^{d}	۳۰/۰۹±۴/۵۷^{a}
MUFA**	۳۴/۷۲±۰/۸۷^{a}	۳۴/۲۸۶±۱/۲۷^{b}	۳۴/۸۴±۱/۳۷^{b}	۳۴/۹۲±۱/۰۹^{b}
C۲:۱۸ n-۶	۳۸/۶۹±۲/۰۶^{c}	۳۹/۵۲±۱/۰۵^{b}	۳۹/۵۹±۳/۰۱^{b}	۴۲/۶۰±۲/۰۹^{a}
C۳:۱۸ n-۳	۰/۹۷±۰/۰۶^{c}	۱/۴۳±۰/۰۴^{b}	۱/۳۵±۰/۰۳^{b}	۲/۵۲±۰/۰۳^{a}
C۵:۲۰ n-۳	۰/۹۵±۰/۰۱^{a}	۰/۹۸±۰/۰^{a}	۱/۰±۰/۰۱^{a}	۰/۹۵±۰/۰^{a}
C۶:۲۲ n-۳	۲/۶۶±۱/۰۷^{a}	۲/۷۰±۰/۰۳^{a}	۲/۷۰±۰/۰۱^{a}	۲/۶۹±۰/۰۴^{a}
PUFA***	۴۰/۲۷±۰/۰۷^{c}	۴۴/۶۳±۱/۰۶^{b}	۴۴/۶۴±۲/۳۲^{b}	۴۸/۷۶±۱/۰۲^{a}

حروف غیرهمنام در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (P<۰/۰۵). میانگین داده‌ها براساس آنالیز واریانس یک‌طرفه مورد مقایسه قرار گرفتند.
*SFA اسید چرب اشباع**MUFA اسید چرب تک زنجیره غیراشباع ***PUFA اسید چرب چند زنجیره غیراشباع. تیمارهای ۱ تا ۴ به‌ترتیب حاوی ۰، ۵، ۱۰ ، ۱۵ گرم عصاره جلبک *Stoechospermum marginatum* بر کیلوگرم غذا است.

ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش در جدول ۳ ارائه شده است. میزان اسید چرب چندزنجیره غیراشباع (PUFA) در تیمارهای تغذیه‌شده با عصاره جلبک *S. marginatum* به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵). در حالی‌که بیشترین میزان PUFA در تیمار ۴ (حاوی ۱۵ گرم عصاره جلبک در هرکیلوگرم غذا 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 (۱۸ :۲ n-۶و لینولنیک اسید (C۳:۱۸ n-۳) از دسته PUFA در تیمار ۴ به‌طور معنی‌دار بیشتر از تیمار شاهد بود و اختلاف معنی‌داری را در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد (P<۰/۰۵). میزان مریستولئیک اسید، آراشیدونیک اسید، ایکوزاپنتاتونئیک اسید و دوکوزاهگزانوئیک اسید در تیمارهای حاوی سطوح مختلف جلبک با میزانی که در تیمار شاهد مشاهده شد، اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵).

وضعیت آنتی‌اکسیدانی: تغییرات فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، گلوتاتیون‌پراکسیداز، مالون‌دی‌آلدئید و کاتالاز ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش در جدول ۴ ارائه شده است. اضافه نمودن سطوح مختلف عصاره جلبک در جیره غذایی منجر به افزایش معنی‌دار میزان سوپراکسید دیسموتاز در مقایسه با تیمار شاهد شد (P<۰/۰۵) ولی بین تیمارهای حاوی عصاره جلبک از این نظر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بیشترین میزان گلوتاتیون احیاء شده در تیمار حاوی ۱۵ گرم عصاره جلبک بر کیلوگرم غذا مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری بین تمام تیمارها مشاهده شد (P<۰/۰۵). میزان فعالیت کاتالاز بین تمام تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بیشترین میزان مالانون‌دی‌آلدئید در تیمارهای ۳ و ۴ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان دادند (P<.۰/۰۵).

جدول ٤- مقایسه میانگین (میانگین±خطای معیار) فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره ازمایش (روز ٦٠)

فعالیت آنزیم های آنتی‌اکسیدانی (واحد بر میلی‌لیتر)	تیمار			
	۱	۲	۳	۴
سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)	۳/۴۹±۰/۸۷^{b}	۴/۳۰±۰/۶۳^{a}	۴/۴۵±۰/۴^{a}	۴/۵۵±۰/۵۲^{a}
گلوتاتیون احیاء (GSH)	۱/۰۲±۱۰۳۰^{d}	۱/۹۴±۰/۱۱^{c}	۲/۸۳±۰/۸^{b}	۳/۵۱±۰/۰۸^{a}
مالون‌دی‌آلدئید (MDA)	۵۲/۷۴±۳/۴۲^{a}	۵۰/۳۱±۵/۲۸^{ab}	۴۹/۶۲±۰/۱۴^{bc}	۴۳/۲۳۷±۰/۸۶^{c}
کاتالاز (CAT)	۸۶/۷۳±۱۲/۰۲^{a}	۸۷/۱۸±۱۷/۳۳^{a}	۸۶/۸±۱/۷۰^{a}	۸۷±۱/۴۲^{a}

وجود حروف غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است ($P<0/05$). تیمار۱ تا ۴ به‌ترتیب حاوی ۰، ۵، ۱۰و ۱۵ گرم عصاره جلبک برکیلوگرم است.

بحث

ماکروجلبک‌ها منابع غنی از ترکیبات زیست‌فعال، از نظر ساختاری متنوع، با پتانسیل ارزشمند زیست‌پزشکی و دارویی می‌باشند، که می‌توانند به‌عنوان اجزای عملکردی ارتقاء دهنده سلامتی در غذای آبزیان باشند. هدف از این مطالعه، بررسی اثر عصاره جلبک قهوه‌ای *Stoechospermum marginatum* بر ترکیب اسیدهای چرب و وضعیت آنتی‌اکسیدانی ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) بود.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میزان اسید چرب چندزنجیره غیراشباع (PUFA) در گروه‌های تغذیه‌شده با عصاره جلبک *S. marginatum* به‌طور معنی‌دار بیشتر از تیمار شاهد بود. در حالی‌که بیشترین میزان PUFA در تیمار ۴ (حاوی ۱۵ گرم عصاره جلبک در هر کیلوگرم غذا مشاهده شد. کمترین میزان مریستیک اسید (C۱۴:۰)، استئاریک‌اسید (C۱۸:۰) و بیشترین اسیداولئیک (۹-n ۱: C۱۸) در تیمار ۴ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد در حالی‌که میزان اسید لینولئیک (۶-n ۲: ۱۸و لینولنیک اسید (۳-n C۳:۱۸) از دسته PUFA در تیمار ۴ به‌طور معنی‌دار بیشتر از تیمار شاهد بود و اختلاف معنی‌داری را در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد که با تحقیق صورت گرفته توسط Choi و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت داشت. آن‌ها در مطالعه خود نشان دادند که مریستیک‌اسید و اسیدهای چرب اشباع‌شده نقش مهمی در افزایش میزان PUFA در عضله ماهیان تغذیه‌شده با عصاره جلبک ایفا می‌نمایند. Choi و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که در کفشک‌ماهیان زیتونی تغذیه‌شده با گلیکوپروتئین جلبک *Hizikia fusiformis* منجر به تغییر سطوح PUFA از جمله آراشیدونیک‌اسید (ARA)،دیکوزاهگزانوئیک اسید (DHA)، ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و لینولئیک اسید (LIA) گردید. اکبری و شهرکی (۱۳۹۵) نیز نشان دادند که عصاره جلبک پادینا (*P. australis*) منجر به افزایش معنی‌دار لینولنیک اسید (LNA) گردید. همچنین Choi و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که استفاده از عصاره جلبک قرمز منجر به افزایش LIA در عضله کفشک‌ماهی زیتونی شد که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی داشتند. علت اصلی تغییر متابولیسم لیپید به‌واسطه اضافه نمودن جلبک به جیره غذایی هنوز نامشخص است اما نتایج به‌دست 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 به‌طوری‌که میزان PUFA و کارایی مثبت لیپیدهای ذخیره شده را بالا می‌برد (Bigogno *et al*., 2002; Choi *et al*., 2018).

نتایج این تحقیق نشان داد که اضافه نمودن سطوح مختلف عصاره جلبک در جیره غذایی منجر به افزایش معنی‌دار میزان سوپراکسیددیسموتاز در مقایسه با تیمار شاهد شد و بیشترین میزان گلوتاتیون احیاءشده در تیمار حاوی ۱۵ گرم عصاره جلبک در هر کیلوگرم غذا مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری بین تمام تیمارها مشاهده شد. Akbary و Aminikhoei (۲۰۱۸) گزارش کردند که استفاده از سطوح مختلف (۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم غذا) عصاره جلبک الوا (*Ulva rigida*) در جیره غذایی ماهی کفال خاکستری منجر به افزایش معنی‌دار میزان فعالیت سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون احیاءشده گردید. سوپراکسیددیسموتاز نقش مهمی در حمایت بافت در مقابله با رادیکال‌های آزاد اکسیژن ایفا می‌کند و منجر به تبدیل سوپراکسید به مولکول اکسیژن معمولی و یا هیدروژن پراکسید می‌شود (Farzollahi *et al*., 2019). گلوتاتیون یک آنتی‌اکسیدان قوی است و باعث محافظت اجزای مهم سلولی در برابر واکنش با گروه‌های عاملی اکسیژن‌دار مانند رادیکال‌های آزاد و پراکسیدها

می‌شود. ترکیبات سمی دارای رادیکال آزاد، معمولاً با گلوتاتیون ترکیب‌شده و از بدن خارج می‌شوند (Peixoto *et al.*, 2016). نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین میزان مالانون‌دی‌آلدئید در تیمارهای حاوی ۱۰ و ۱۵ گرم عصاره جلبک در هر کیلوگرم غذا مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان دادند. Peixoto و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که استفاده از مکمل غذایی حاوی الوا، گراسیلاریا (*Gracilaria* sp.) و فوکوس (*Fucus* sp.) منجر به افزایس سطح گلوتاتیون‌ردوکتاز در ماهی سی‌باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) شد. همچنین اکبری و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند که ماهیان کفال تغذیه‌شده با رژیم غذایی حاوی ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم عصاره جلبک قرمز جانیا (*Jania adhaerens*) بر کیلوگرم غذا منجر به بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت. ماکروجلبک‌ها دارای کارتنوئیدها و ویتامین‌ها هستند (Tacon and Metian, 2008). ویتامین‌های C و E و بتاکاروتن موجود در جلبک می‌توانند با پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد، منجربه کاهش استرس اکسیداتیو شوند (Abdalla and Shelby, 2004). فوکوسترول موجود در جلبک‌های قرمز خواص آنتی‌اکسیدانی داشته و منجر به جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی می‌گردند (علی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Lee *et al.*, 2004؛Agarwal and Sekhon, 2010). کاتالاز نقش مهمی در تبدیل پراکسیدهیدروژن به آب و مولکول اکسیژن دارد. در این تحقیق، استفاده از سطوح مختلف در جیره غذایی تأثیر معنی‌داری بر میزان کاتالاز در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد نکرد که با تحقیق صورت گرفته توسط اکبری و سهراب‌زایی (۱۳۹۸) مطابقت داشت. اکبری و سهراب‌زایی (۱۳۹۸) با بررسی تأثیر تجویز خوراکی عصاره جلبک قرمز گراسیلاریا (*Gracilaria arcuata*) بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (سوپراکسیددیسموتاز، آنتی‌اکسیدان کل، مالون‌دی‌آلدئید، کاتالاز و گلوتاتیون‌احیاء) ماهی کفال خاکستری نشان دادند که تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره جلبک افزایش معنی‌داری را از نظر فعالیت سوپراکسیدازدیسموتاز، آنتی‌اکسیدان کل و گلوتاتیون احیاءشده در مقایسه با تیمارشاهد نشان دادند.در کل، نتایج این تحقیق میزان لینولنیک اسید (C۱۸:۳ n-۳) (۲/۵۲±۰/۰۳ درصد) و لینولئیک اسید (C۱۸:۲n-۶) (۴۲/۶۰±۲/۰۹ درصد) از دسته PUFA در تیمار حاوی ۱۵ گرم عصاره جلبک در هر کیلوگرم غذا به‌طور معنی‌دار بیشتر از تیمار شاهد بود. بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد از نظر فعالیت آنزیم کاتالاز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین میزان مالون‌دی‌آلدئید در تیمار حاوی ۱۵ گرم عصاره جلبک *S. marginatum* بر کیلوگرم غذا مشاهده شد. تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره جلبک افزایش معنی‌داری را از نظر فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیدازدیسموتاز و گلوتاتیون احیاءشده در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند. بنابراین استفاده از ۱۵ گرم عصاره جلبک *S. marginatum* بر کیلوگرم غذا به‌منظور بهبود بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و ترکیب اسیدهای چرب در جیره غذایی ماهی کفال خاکستری سودمند می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری ریاست و پرسنل محترم مرکز تحقیقات شیلات آب‌های دور چابهار و کارشناس محترم آزمایشگاه شبکه پاسارگارد تهران تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

اکبری پ.، بلوچ امینا.، امینی خوییز. ۱۳۹۹. اثر عصاره گیاه سالیکورنیا .*Salicornia* sp بر فعالیت آنزیم‌های کبدی و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus* Linnaeus ۱۷۸۵). محیط زیست جانوری. ۱۲(۲): ۱۷۶-۱۶۹.

اکبری پ.، دباشی ف.، فدایی راینی ر. ۱۳۹۸. مطالعه تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی خون و آنتی‌اکسیدانی کبد در ماهی کفال خاکستری (*Mugilcephalus*) تغذیه شده با عصاره جلبک قرمز (*Jania adhaerens* J.V. Lamouroux). *مجله علمی شیلات ایران*. ۲۸(۳): ۹۹-۸۹.

اکبری پ.، دباشی ف. ۱۳۹۸. ارزیابی عصاره جلبک قرمز جانیا (*Jania adhaerens J.V.Lamouroux*) به عنوان مکمل غذایی در ماهی کفال خاکستری(*Mugil cephalus*). *محیط زیست جانوری*. ۲: ۲۸۷-۲۷۷.

اکبری پ.، سهراب زایی ز. ۱۳۹۸. اثر عصاره جلبک قرمز گراسیلاریا (*Gracillaria arcuata*) بر عملکرد آنزیم‌های شاخص کبد و گوارش و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*). *بوم‌شناسی آبزیان*. ۹(۳): ۱۳۳-۱۲۴.

اکبری پ.، شهرکی ن. ۱۳۹۵. اثرعصاره جلبک پادینا (*Padina astraulis* Hauck) روی رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی و اسیدهای چرب لاشه ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758). *مجله علمی شیلات ایران*. ۲۵(۲): ۱۷۱-۱۶۱..

شکوری م.، رضایی م.، چاشنی دل ی.، صفری ر.، قلی‌پور ح. ۱۳۹۹. اثرات تغذیه با پودر جلبک اسپیرولینای (*Spirulinaplatensis*) ریز کپسوله‌شده و غیرکپسوله بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و قابلیت هضم مواد مغذی جوجه‌های گوشتی. *مجله علمی شیلات ایران*. ۲۹(۲): ۱۴۶-۱۳۹.

علی م.، میرواقفی ع.، پورباقر ه.، اسدی جمانی ف. ۱۳۹۳. مطالعه اثر مکمل‌های ویتامینEسلنیوم وCبر فعالیت دفاع آنتی‌اکسیدانی و شاخص پراکسیداسیون لیپید قزل آلای‌رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss* در مواجهه با غلظت تحت حاد دیازینون. *پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی*. ۲(۱): ۲۱-۱۸.

قرنجیک ب.م.، روحانی قادیکلایی ک. ۱۳۸۹. اطلس جلبک‌های دریایی سواحل خلیج‌فارس و دریای عمان. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۷۰ صفحه.

نادریک، م.، عایدیانک، ع. ۱۳۹۳. اثرات آرتمیای غنی‌شده با روغن‌های ماهی و سویا همراه با ویتامین E بر رشد، مقاومت به استرس، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و پراکسیداسیون چربی لارو تاس‌ماهی ایرانی. *علوم و فنون شیلات*. ۲(۳): ۸۵-۷۳.

Abdalla A., El – Shebly A. 2004. The role of Antioxidant (Vitamin E) in the Control of Lead (Pb) Pollution and Enhancement of Growth within Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine* 7(3), 20-26.

Agarwal A., Sekhon L. 2010. The role of antioxidant therapy in the treatment of male infertility. *Human Fertility* 13, 217-225.

Akbary P., Aminikhoei Z. 2018. Effect of water-soluble polysaccharide extract from the green alga *Ulvarigida* on growth performance, antioxidant enzyme activity, and immune stimulation of grey mullet *Mugilcephalus. Journal of Applied Phycology* 30, 1345-1353

Akbary P., Liao L.M., Aminikhoei Z., Hoobi H., Erfanifar E. 2021. Sterol and fatty acid profiles of three macroalgal species collected from the Chabahar coasts, southeastern Iran. *Aquaculture International* 29, 155-165.

Atli G., Canli M. 2010. Response of antioxidante system of freshwater fish *Oreochromis niloticus* to acute and chronic metal (Cd, Cu, Cr, Zn, Fe) exposures. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 73, 1884-1889.

Arumugama P., Murgan M., Kamalakanna S., Murugan K, 2017. Determination of Various Bioactive Potential of *Stoechospermum marginatum* (C. Agardh) Kutzing In-Vitro. *Journal of Analytical and Pharmaceutical Research* 5(4), 1-7

Baluchnejad M.T., Roghani M., Mafakheri M. 2010. Neuroprotective effect of silymarin in 6-hydroxydopamine hemi-parkinsonian rat: involvement of estrogen receptors and oxidative stress. Neuroscience Letters 480(3), 206-10.

Bigogno C., Khozin-Goldberg I., Boussiba S., Vonshak A., Cohen Z. 2002. Lipid and fatty acid composition of the green oleaginous alga *Parietochloris incisa*, the richest plant source of arachidonic acid. *Phytochemistry* 60,497-503.

Choi Y.H., Kim K.W., Han H.S., Nam T.J., Lee B.J. 2014. Dietary *Hizikia fusiformis* glycoprotein-induced IGF I and IGF-BP3 associated somatic growth, polyunsaturated fatty acid metabolism and immunity in juvenileolive 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 and immune responses of olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture* 435, 347-353.

Das K.M., Tripathi S.D. 1991. Studies on the digestive enzymes of grass carp, *Ctenopharhyngodan idella*. *Aquaculture* 92, 21-32.

Dazy M., Jung V., Férard J.F., Masfaraud J.F. 2008. Ecological recovery of vegetation on a coke-factory soil: role of plant antioxidant enzymes and possible implications in site restoration. *Chemosphere* 74(1), 57-63.

Farzollahi L., Sarvi Moghanlou K., Imani A. 2019. Single and combined effects of Chicory (*Cichoriumintybus* L.) and Hypericum perforatum extracts on immune indices and antioxidant enzymes activity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Fisheries Science* 28(1), 165-176.

Folch J., Lees M., 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

Indrawati, R., Sukowijoyo H., Indrriatmoko Wijayanti D.E., Limantara L. 2015. Encapsulation of brown seaweed pigment by freeze drying characterization and its stability during storage. *Procedia Chemistry*14, 353-360.

Kanazawa A., Teshima S., Ono K. 1979. Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. *Comparative Biochemistry and Physiology B* 63, 295-298.

Lawrence R. A., Burk R. F. 1976. Glutathione peroxidase activity in selenium-deficient rat liver. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 71(4), 952-958

Lee Y.S., Shin K.H., Kim B.K., Lee S. 2004. Anti-diabetic activities of fucosterol from *Pelvetiasiliquosa*. *Archive Pharmacy Research* 27, 1120-1122.

Leger P.H., Sorgeloos P. 1992. Optimized feeding regimes in shrimp hatcheries. In: Fast A.W., Lester L.J. (Eds) Culture of marine shrimp: priniciples and practices. Elseiver science publications, New York, pp. 225-244.

Mohapatra S., Chakraborty T., Kumar V., DeBoeck G., Mohanta K.N. 2013. Aquaculture and stress management: a review of probiotic intervention: Stress management by probiotics administration. *Animal Physiology and Animal Nutrition* 97, 405-430.

Mousavi N. R., Hellat R. 2019. Production of iron-chelating proteinous hydrolysate from freshwater prawn, *Macrobrachium nipponense*. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 28(1), 1-16.

Peixoto M.J., Svendsen J.C., Malte H., Pereira L.F., Carvalho P., Pereira R., Gonçalves J. F., Ozório R.O. 2016. Diets supplemented with seaweed affect metabolic rate, innate immune, and antioxidant responses, but not individual growth rate in European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Applied Phycology* 28, 2061-2071

Perazzolo L.M., Gargioni R., Ogliari P., Barracco M.A. 2002. Evaluation of some hemato-immunological parameters in the shrimp *Farfantepenaeus paulensis* submitted to environmental and physiological stress. *Aquaculture* 214, 19-33.

Taboada M.C., Millán R., Miguez M.I. 2013. Nutritional value of the marine algae wakame (*Undaria pinnatifida*) and nori (*Porphyra purpurea*) as food supplements. *Journal of Applied Phycology* 25, 1271-1276.

Tacon A. G.J., Metian M. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aqua feeds: Trends and future prospects. *Aquaculture* 285,146–158

Winterbourn C. C, Hawkins R. E., Brian M., Carrell R. W. 1975. The estimation of red cell superoxide dismutase activity. *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 85(2), 337-341.

Journal of Aquaculture Sciences Vol. 11, No 21, 111-119
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

The effect of brown algae extracts, *Stoechospermum marginatum*, on fatty acidscomposition and antioxidant status of grey mullet, *Mugil cephallus* Linnaeus 1758

Abdoljamil Mohammadi Sib, Paria Akbary*, Seraj Bita

Fisheries groups, Department of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran.

*Corresponding author: paria.akbary@gmail.com

Received: 15.Nov.2023 **Accepted: 16.Jan.2024**

Abstract

Brown, red, and green marine macroalgae marine macroalgae are rich sources of diverse bioactive components with valuable pharmaceutical and biomedical potentials that could be exploited as functional health-promoting ingredients in animal feeds. The objective of the study was to examine the effects of red seaweed *Stoechospermum marginatum* extract (SE) on fatty acid compositions and antioxidant status of grey mullet, *Mugil cephalus*, after 60 days. Four experimental diets were prepared: SE0 as a control treatment; SE5, SE10, and SE 15, which included 0, 5, 10, and 15 g SE kg^{-1} diet, respectively. One hundred twenty grey mullets weighing 9.56±1.02 g were randomly divided into four groups corresponding to the different feeding regimes. After 60 days of feeding, the results showed that the significantly lowest amount of myristic acid (14: 0) (1.06±0.09%) and stearic acid (0.08 C) (4.17±0.09%) was observed in treatment 4, whereas the amount of linolenic acid (C18:3n0-3, 2.52±0.03%) and linoleic acid (C18:2n-6, 42.69±2.09%) (60.60 09 2.09) of the PUFAs in treatment 4 were significantly higher than the control one (P<0.05). No significant differences were found in catalase (CAT) between the control group and treatments (P>0.05). The lowest level of Malondialdehyde (MDA) was shown in SE15. Treatments containing different levels of SE showed significantly different in superoxide dismutase (SOD and GSH compared with control treatment (P<0.05). The results of the experiment revealed that grey mullets fed SE15 diets showed improvement in the fatty acid composition and antioxidant status and the use of a diet containing 15 g/kg *S. marginatum* extract could suggest for grey mullet.

Keywords: Macro algae extract, *Mugil cephalus*, Nutritional value, Immunity