مطالعه تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی خون و آنتی‌اکسیدانی کبد در ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) تغذیه شده با عصاره جلبک قرمز (*Jania adhaerens* J.V. Lamouroux)

پریا اکبری*[۱]، فرزانه دباشی[۱]، رها فدایی راینی[۲]

*Paria.akbary@gmail.com

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران
۲- بخش شیلات، دانشکده شیلات و منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۸

چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی اثر عصاره جلبک قرمز جانیا (*Jania adhaerens*) بر شاخص‌های بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ماهی کفال خاکستری بعد از ۶۰ روز بود. ۱۲۰ قطعه ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) با میانگین وزنی ۲/۰۱± ۱۴/۹۵ (میانگین± خطای معیار) گرم، در ۴ تیمار با جیره‌های مختلف شامل ۰ (تیمار شاهد)، ۵ ، ۱۰ و ۱۵ میلی گرم عصاره جانیا بر کیلوگرم غذا تقسیم‌بندی شدند. پس از ۶۰ روزتغذیه با جیره‌های فوق، نتایج نشان داد بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد از نظر آلبومین و فعالیت آنزیم کاتالاز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). کمترین میزان گلوکز، کلسترول، آلکالین فسفاتاز و آلانین آمینوترانسفراز و بیشترین میزان گلوتاتیون احیاء شده در تیمار حاوی ۱۵ میلی‌گرم عصاره جانیا بر کیلوگرم غذا مشاهده شد. تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره جانیا افزایش معنی‌داری را از نظر فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسیداز دیسموتاز، مالون دی‌آلدئید، گلوتاتیون احیاء شده، پروتئین تام و گلبولین در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند (P<۰/۰۵). به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که ماهیان کفال تغذیه شده با رژیم غذایی حاوی ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم عصاره جانیا بر کیلوگرم غذا منجر به بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون شده و استفاده از ۱۵ گرم عصاره جانیا بر کیلوگرم غذا در جیره غذایی ماهی کفال خاکستری توصیه می‌گردد.

واژگان کلیدی: آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، جلبک دریایی قرمز، شاخص‌های بیوشیمیایی خون، ماهی کفال خاکستری

*نویسنده مسئول

مقدمه

جلبک‌های ماکروسکوپی به دلیل ارزش غذایی بالا، دسترسی و هزینه پایین، در آبزی‌پروری مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Akbary and Aminikhoei, 2018). بسیاری از جلبک‌های دریایی و عصاره آنها از جمله جلبک الوا (Vizcaíno *et al*. 2015; Khafalla and El-Hais,2015; Akbary and Amini Khoei,2018) و گراسیلاریا (Morshedi *et al*.,2017; Peixoto *et al*.,2016;Vizcaíno *et al*. 2015) به عنوان مکمل غذایی در رژیم غذایی ماهیان و سخت‌پوستان مورد استفاده قرار گرفتند. جلبک‌های ماکروسکوپی حاوی پروتئین، اسیدهای‌آمینه ضروری، اسیدهای چرب ضروری (امگا۳ و امگا۶)، ویتامین C و E ، فوکوسترول‌ها، مواد معدنی، فیبرها، پلی‌ساکاریدها و فنول‌ها هستند (Valente *et al*., 2015). فوکوئیدها، فلوتانن‌ها و پلی‌فنل‌های جلبک‌های ماکروسکوپی دارای خواص آنتی‌ویروسی، آنتی-باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی می‌باشند (Ragaza *et al*.,2015).

مطالعات متعددی در زمینه اهمیت جلبک‌های ماکروسکوپی به عنوان منابع پروتئینی در جیره غذایی آبزیان و اثر آن بر شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون (Choi *et al*., 2015; Morshedi *et al*., 2017; Ragaza *et al*., 2015)، فعالیت آنزیم‌های کبدی (Khalafalla and El- Hais, 2015; Madibana *et al*., 2017) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (Akbary and Amini Khoei, 2018; Piexoto *et al*., 2016) در گونه‌های مختلف آبزیان صورت گرفته است. برای مثال، Khalafalla و El- Hais (۲۰۱۵) نشان دادند که استفاده از سطوح مختلف (۲/۵ و ۵ درصد) جلبک سبز الوا (*Ulvae lactuca*) و جلبک قرمز *Pterocladia capillacea* تفاوت معنی‌داری در میزان آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز کبدی در مقایسه با تیمار شاهد در ماهی تیلاپیای نیل (*Orechromis niloticus*) ایجاد نکرد، ولی میزان گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسیرید را کاهش داد. Choi و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که استفاده از ۲۰ گرم عصاره جلبک قرمز پیپروپیا *Pypropia yezeansis* بر کیلوگرم غذا در جیره غذایی کفشک ماهی زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) منجر به کاهش معنی‌دار میزان گلوکز و افزایش معنی‌دار میزان پروتئین تام در مقایسه با تیمار شاهد شد. از آن جایی که جلبک قرمز جانیا (*Jania adhaerens*) از خانواده Caralinacea و از رده Radophyta، همه ساله در ناحیه پایین جزر ومدی سواحل چابهار مشاهده می‌شود و هر جلبک دارای ترکیبات بیوشیمیایی و خواص منحصربفرد می‌باشد (Ragaza *et al*., 2015) و از سوی دیگر، با توجه به اهمیت کفال ماهیان خاکستری (*Mugil cephalus*) به عنوان یکی از ذخایر مهم شیلاتی و قابلیت پرورش در استخرهای خاکی و قدرت سازگاری به محدوده وسیعی از دما، شوری و شرایط تغذیه‌ای (Porfaraj *et al*., 2013; Rigi Ghazagh *et al*., 2017)، این تحقیق به منظور بررسی اثر عصاره جلبک جانیا به عنوان مکمل غذایی بر شاخص‌های بیوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ماهی کفال خاکستری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش

ماهیان کفال خاکستری در بهمن ماه ۱۳۹۵، از سواحل چابهار به‌روش پره ساحلی، صید و به کارگاه مرکز تحقیقات شیلات آبهای دور چابهار منتقل شدند. این ماهیان به مدت ۲ هفته با شرایط پرورشی کارگاه سازگار و با جیره غذایی پایه تغذیه شدند. پس از سازگاری، ماهیان سالم از نظر ظاهری با میانگین وزنی ۲/۰۱±۱۴/۹۵ گرم و میانگین طولی ۰/۰۶±۲۱/۱۰ سانتی‌متر برای آزمایش انتخاب شدند و با تراکم ۱۰ قطعه به ۱۲مخزن ۶۰ لیتری به‌صورت تصادفی تقسیم شدند. توزیع ماهی در بین تیمارهای آزمایشی بنحوی صورت گرفت که اختلاف معنی‌داری از لحاظ وزن بین آنها وجود نداشت. تیمارها عبارت بود از: تیمار ۱ به عنوان گروه شاهد تنها از غذای کنسانتره (ساخت شرکت ۲۱ بیضاء شیراز، حاوی ۵۱/۶ درصد پروتئین، ۱۱/۹ درصد چربی، ۱۲/۱ درصد خاکستر و ۶/۳ درصد رطوبت) تغذیه نمود و سایر تیمارها (۲، ۳و

۴) بترتیب با ۵، ۱۰و ۱۵ میلی گرم عصاره جلبک الوا به ازای هر کیلوگرم غذا تغذیه شدند (Choi *et al*., 2015). در طول دوره ۶۰ روزه آزمایش، شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب از جمله دمای آب در دامنه ۲۸-۲۴ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول در دامنه ۷-۶ میلی‌گرم بر لیتر، pH در دامنه ۸-۷ بود. در این آزمایش، تعویض روزانه آب به میزان ۳۰ درصد و دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود. غذا به میزان ۵ درصد وزن توده زنده هر مخزن به صورت دو وعده یکسان در ساعت‌های ۸ صبح و ۱۶ عصر در بین تیمارها توزیع گردید. هر ۱۵ روز یک‌بار زیست توده کل ماهیان در هر مخزن اندازه‌گیری و مقدار غذای مورد نیاز هر واحد با توجه به میانگین وزنی جدید تعیین شد (Biswas *et al*., 2006).

تهیه جلبک قرمز جانیا و آماده سازی عصاره

جلبک جانیا از سواحل تیس واقع در ۵ کیلومتری بندر چابهار هنگام جذر جمع‌آوری گردید و با کلید شناسایی مرکز تحقیقات شیلات تایید و پس از شست و شو، در سایه خشک و سپس پودر شد. ۱۰۰ گرم از پودر حاصل در فلاسک ۲ لیتری استریل با ۱ لیتر متانول ۹۸ درصد مخلوط و سر فلاسک با فویل آلومینومی پوشش داده و به‌مدت ۷ روز در دمای اتاق نگهداری شد. عصاره با پارچه نازک و استریل فیلتر و حلال با استفاده از یک دستگاه تبخیر در شرایط خلاء چرخشی (مدل STRIKE-300، ایتالیا) تغلیظ شد و سپس در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد (Harikrishnan *et al*.,2005)

آماده‌سازی جیره و غذادهی به ماهیان

پس از توزین غذای کنسانتره مورد نظر هر تیمار در کل دوره آزمایش، ابتدا غذای تجاری به‌کمک میکسر به شکل پودر درآمد. سپس عصاره جلبک (به میزان صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی گرم بر هر کیلوگرم غذا) به همراه ۴۰ میلی لیتر آب مقطر را به آن اضافه نموده و مخلوط شد تا کاملاً به حالت خمیری درآمد و از چرخ گوشت با اندازه چشمه ۱/۴ میلی‌متری خمیر عبور داده شد و به شکل پلت در مجاورت هوا خشک گردید و سپس تا زمان مصرف 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 ۵ درصد وزن بدن در اختیار ماهیان قرار گرفت (Shahraki, 2016).

سنجش شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون

در پایان دوره آزمایش، ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌برداری غذادهی قطع شد. سپس تعداد ۶ قطعه ماهی به صورت تصادفی از هر تیمار (۲ ماهی از هر تکرار) برداشته شد و با استفاده از پودر گل میخک (۲۰۰ میلی‌گرم در هر لیتر) بیهوش شدند (Alishahi *et al*., 2013) و سپس از سیاهرگ ساقه دمی خون‌گیری انجام شد (Hrubec and Smith, 2010). خون جمع‌آوری شده در میکروتیوب‌های فاقد ماده هپارین به مدت ۲ ساعت در یخچال نگهداری شد (Ghiasi *et al*., 2015). با استفاده از سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سرم آن جدا شد. شاخص‌های بیوشیمیایی سرم شامل آسپارتات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز، گلوکز، آلبومین و گلبولین (Thomas, 1998)، کلسترول و تری‌گلیسیرید (Rifai *et al*., 1999) و پروتئین تام (Koller, 1984) با استفاده از کیت‌های تهیه شده از شرکت پارس آزمون تهران و با دستگاه اتولایزر (مدل CA-400، شرکت Furuno ژاپن) اندازه‌گیری شد.

سنجش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی

به منظور تعیین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰)، بعد از ۲۴ ساعت قطع غذادهی، ۳ قطعه ماهی از هر تیمار به‌صورت تصادفی برداشته شد. پس از بیهوشی با گل میخک (۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و قطع نخاع با سوزن بلند، در مجاورت یخ کالبدشکافی گردید و کبد آن‌ها با دقت بیرون آورده شد. سپس با نسبت (۱:۱۰ حجم / وزن) در بافر پتاسیم فسفات ۱۰۰ میلی‌مولار، KCL ۱۰۰ میلی‌مولار و EDTA یک میلی-

مولار با pH: 7 همگن شد. نمونه همگن شده با دور ۱۰۰۰ به مدت ۳۰ دقیقه در ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد و مایع رویی برای سنجش فعالیت آنزیم‌ها مورد استفاده قرار گرفت (Atli and Canli, 2010). سنجش فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسیداز دیسموتاز با استفاده از روش Winterbourn (۱۹۷۵) در طول موج ۵۵۰ نانومتر، گلوتاتیون احیا شده بر اساس روش Ellman (۱۹۵۹) در طول موج ۴۱۲ نانومتر، مالانون دی آلدئید بر اساس روش Baluchnejad mojarad و همکاران (۲۰۱۰) در طول موج ۵۳۵ نانومتر، کاتالاز بر اساس روش Koroluk و همکاران (۱۹۸۸) در طول موج ۴۰۵ نانومتر و ظرفیت آنتی اکسیدان کل براساس روش Benzie و Strain (۱۹۹۶) در طول موج ۴۹۰ نانومتر، با استفاده از کیت شرکت ZellBio GmbH Ulm کشور آلمان و با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل ۲۱۰۰ ساخت یونیکو امریکا) صورت گرفت.

آنالیز آماری

برای مقایسه میانگین بین تیمارها و نیز وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۹۵ درصد ($P<0/05$) از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One way ANOVA) و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه بین تیمارها استفاده شد. داده‌های آماری به صورت میانگین± خطای استاندارد گزارش شد. برای بررسی برابری واریانس‌ها از تست لون و از تست کالموگراف اسمیرنوف برای نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 16 و Excell2010 صورت گرفت.

نتایج

شاخص‌های بیوشیمیایی خون

میزان شاخص‌های بیوشیمیایی سرم ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. کمترین میزان گلوکز، کلسترول، آلانین آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز در تیمار حاوی ۱۵ میلی‌گرم عصاره بر کیلوگرم غذا مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها مشاهده شد ($P<0/05$). میزان آلبومین و گلبولین در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/005$). کمترین میزان تری‌گلیسرید و آسپارتات آمینوترانسفراز در تیمار ۳ و ۴ مشاهده شد، ولی بین تیمار ۳ و ۴ از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>0/05$).

جدول۱: تغییرات میانگین (میانگین± خطای معیار) شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش

Table 1: Mean changes (Means± S.E) of serum blood biochemical parameters of *Mugil cephalus* in different treatments at the end of exoeriment .

شاخص‌های بیوشیمیایی	تیمار			
	۱	۲	۳	۴
پروتئین تام (گرم بر دسی لیتر)	۴/۴۹±۰/۱۳^{b}	۴/۹۳±۰/۱۵^{a}	۵/۰۶±۰/۱۵^{a}	۵/۲۰±۰/۱^{a}
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	۱۱۵±۱۰^{a}	۱۱۰/۳۳±۱۲/۲۷^{b}	۹۹/۶۶±۱۴/۱۴^{c}	۹۶/۶۴±۱۱/۱۷^{d}
کلسترول(میلی‌گرم بر دسی لیتر)	۷۹±۱^{a}	۶۷/۶۳±۱/۵۲^{b}	۶۴±۱^{c}	۵۸/۳۳±۱/۴۲^{d}
تری گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	۵۸/۲۳±۱/۶۶^{a}	۵۳±۱^{b}	۴۸/۳۳±۱/۴۸^{c}	۴۹±۱^{c}
آلبومین (گرم بر دسی لیتر)	۲/۷۴±۰/۱۱^{a}	۲/۸۰±۰/۱۰^{a}	۲/۹۰±۰/۱۰^{a}	۲/۹۳±۰/۱۵^{a}
گلبولین (گرم بر دسی لیتر)	۱/۷۵±۰/۱۶^{b}	۲/۱۳±۰/۱۵^{a}	۲/۱۶±۰/۲۳^{a}	۲/۲۶±۰/۱۵^{a}
آلانین آمینو ترانسفراز (واحد بر لیتر)	۶۳/۶۶±۱/۵۲^{a}	۵۶/۴۵±۲/۴۵^{b}	۵۲±۱^{c}	۴۸±۱/۰۹^{d}
آسپارتات آمینوترانسفراز (واحد بر لیتر)	۱۱۰±۱۰^{a}	۱۰۴±۹/۱۹^{ab}	۱۰۰±۱۰^{b}	۹۷/۶۶±۷/۵۱^{b}
آلکالین فسفاتاز (واحد بر لیتر)	۴۸±۱^{a}	۴۴±۱/۴۳^{b}	۴۲/۲۳±۱/۳۹^{b}	۴۰±۱^{c}

حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارهای آزمایشی است ($P<0/05$). تیمار۱ تا ۴ به‌ترتیب حاوی ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی گرم عصاره جلبک بر کیلوگرم غذاست.

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان

تغییرات فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، مالون دی آلدئید و کاتالاز ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. اضافه نمودن سطوح مختلف عصاره جلبک در جیره غذایی منجر به افزایش معنی‌دار میزان فعالیت آنتی اکسیدان کل و 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 میلی‌گرم 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 مالانون دی آلدئید در تیمارهای ۳ و ۴ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان دادند (P<۰/۰۵).

جدول ۲: مقایسه میانگین (میانگین± خطای معیار) فعالیت آنزیم‌های اکسیدانی ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره ازمایش (روز ۶۰)

Table 2: Mean comparison (Means±S.E) of antioxidant enzymes activity of *Mugil cephalus* in different treatments at the end of experiment (60 days)

فعالیت آنزیم های آنتی‌اکسیدانی	تیمار			
(واحد بر میلی لیتر)	۱	۲	۳	۴
آنتی اکسیدان کل (TAC)	۵/۶۷±۱/۳۹^{c}	۵/۹۹±۴/۱۰^{ab}	۶/۴۸±۳/۱۱^{a}	۶/۵۸±۲/۱۲^{a}
سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)	۲/۴۹±۰/۲۷^{b}	۳/۲۴±۰/۳۳^{a}	۳/۴۱±۰/۲^{a}	۳/۵۵±۰/۳۲^{a}
گلوتاتیون احیاء (GSH)	۱/۵۲±۰/۰۳^{d}	۱/۷۴±۰/۰۱^{c}	۲/۳۳±۰^{b}	۲/۴۹±۰/۰۸^{a}
مالون دی آلدئید (MDA)	۵۳/۸۴±۲/۴۴^{a}	۵۰/۲۶±۱/۱۸^{ab}	۴۸/۵۲±۰/۱۷^{bc}	۴۵/۳۷±۰/۱۶^{c}
کاتالاز (CAT)	۵۷/۲۳±۲/۴۲^{a}	۵۷/۱۸±۴/۳۳^{a}	۵۷±۱/۵۲^{a}	۵۷±۱/۵۲^{a}

وجود حروف غیر همسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵)تیمار۱ تا ۴ به‌ترتیب حاوی ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم عصاره جلبک برکیلوگرم است.

بحث

مطالعات متعدد نشان داده‌اندکه شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون ماهی می‌تواند گویای وضعیت تغذیه، شرایط محیطی پرورش و استرس‌های وارده بر ماهیان باشد (Lermen *et al.*, 2004). تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون در این تحقیق نشان داد که افزودن سطوح مختلف عصاره جلبک جانیا به جیره غذایی منجر به کاهش معنی‌دار میزان گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید در مقایسه با تیمار شاهد شد و کمترین میزان گلوکز و کلسترول در تیمار حاوی ۱۵ میلی‌گرم عصاره جانیا بر کیلوگرم غذا مشاهده شد و از نظر میزان تری‌گلیسرید بین تیمار حاوی ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. Choi و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که استفاده از ۲۰ گرم عصاره جلبک قرمز پیپروپیا *Pypropia yezeansis* بر کیلوگرم غذا در جیره غذایی کفشک ماهی زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) منجر به کاهش معنی‌دار میزان گلوکز در مقایسه با تیمار شاهد شد. Gupta و Ghannam (۲۰۱۱) نشان دادند که فوکوسترول موجود در جلبک‌ها نیز می‌تواند منجر به کاهش معنی‌دار میزان گلوکز سرم خون و سوربیتول در موش گردد. همچنین Lee و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که فوکوسترول موجود در جلبک ماکروسکوپی *Pelvetia siliquosa* منجر به کاهش هیپر گلسیمی موش دیابتی شد و از تبدیل گلیکوژن کبد به گلوکز جلوگیری نمود. Shahraki (۲۰۱۶) نشان داد که با افزایش غلظت عصاره جلبک پادینا (*Padina astraulis*) در جیره غذایی ماهی کفال خاکستری، میزان گلوکز، کلسترول و کاهش یافت که با تحقیق حاضر همخوانی

داشتند. کاهش این مقادیر می‌تواند به دلیل مصرف آنها در کبد و امعاء و احشاء جهت انجام فعالیت‌های حیاتی ماهی و صرفه جویی در مصرف پروتئین به منظور تامین انرژی باشد (Du *et al*., 2005). Morshedi و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که استفاده از سطوح مختلف (۳، ۶ و ۹ درصد) جلبک گراسیلاریا (*G. pulvinata*) در جیره غذایی ماهی سی باس آسیایی (*Lates calcarifer*) تفاوت معنی‌داری را از نظر میزان گلوکز در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد ننمود همچنین Ragaza و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که استفاده از جلبک قرمز *Eucheuma denticulatum* در جیره غذایی کفشک ماهی ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) تاثیر معنی-داری را بر میزان گلوکز سرم خون ایجاد ننمود که با تحقیق حاضر همخوانی نداشت. هر چند استفاده از سطوح مختلف جلبک گراسیلاریا (*G. cornea*) و الوا (*U. rigida*) در جیره غذایی ماهی شانک سرطلایی (*Sparus aurata*) منجر به کاهش معنی‌دار میزان گلوکز سرم خون شد (Vizcaíno *et al*., 2015). دلیل تفاوت نتایج را می-توان به‌اختلاف ظرفیت استفاده گونه‌های مختلف ماهی از کربوهیدرات‌ها و یا اختلاف در ترکیب فیبر موجود در جلبک‌های ماکروسکوپی دانست (Morshedi *et al*., 2017) .Plaza و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که فوکوسترول‌های موجود در جلبک هایی نظیر *Undaria pinnatifida, ,Himanthalia elongate Phorphyra* spp. *,Chondus crispus, Cystoseira*spp., *Ulva* spp منجر به کاهش سطح کلسترول سرم خون شد. همچنین Morshedi و همکاران (۲۰۱۷) کاهش معنی‌دار تری‌گلیسرید و کلسترول در تحقیق انجام شده توسط Morshedi و همکاران (۲۰۱۷) و Ragaza و همکاران (۲۰۱۵) مشاهده شد که با تحقیق حاضر همخوانی داشتند.

سنجش پروتئین تام پلاسما به‌عنوان شاخص بالینی جهت بررسی سلامت و استرس در ماهیان شناخته شده است (Riche, 2007). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از عصاره جلبک جانیا در جیره غذایی تفاوت معنی‌داری را از نظر میزان آلبومین بین تیمارها نشان نداد که با تحقیق صورت گرفته توسط Morshedi و همکاران (۲۰۱۷) همخوانی داشت. همچنین بیشترین میزان پروتئین و گلبولین در تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره جلبک مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را از این نظر با تیمار شاهد نشان دادند. Choi و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که اضافه نمودن ۱۵ و ۲۰ گرم عصاره جلبک قرمز پیپروپیا منجر به افزایش معنی‌دار میزان پروتئین تام در سرم خون کفشک ماهی زیتونی در مقایسه با تیمار شاهد شد. همچنین Shahraki (۲۰۱۶) نشان داد که استفاده از سطوح مختلف عصاره جلبک پادینا منجر به افزایش معنی‌دار میزان پروتئین تام سرم خون ماهی کفال خاکستری در مقایسه با تیمار شاهد شد که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی داشت. می‌توان گفت که ترکیبات زیست فعال موجود در جلبک قرمز جانیا احتمالا می-توانند با افزایش میزان گلبولین و پروتئین تام سرم خون نقش مهمی در افزایش سیستم ایمنی غیراختصاصی (با تولید ایمنو گلبولین) و سلامت ماهی ایفاء نمایند (Morshedi *et al*., 2017).

سنجش آلکالین فسفاتاز شاخص خوبی برای بررسی آسیب غشای پلاسمایی و سلول‌های آندوپلاسمی است. همچنین سنجش آنزیم‌های آمینوترانسفراز شاخص خوبی برای بررسی عملکرد قلب، کبد و بررسی آسیب‌های سلولی و نکروز بافت می‌باشد (Modibana *et al*., 2017). تحقیق حاضر نشان داد که اضافه نمودن عصاره جلبک جانیا در سطوح مختلف به جیره غذایی منجر به کاهش معنی‌دار میزان فعالیت آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز در مقایسه با تیمار شاهد شد. می‌توان گفت حضور ترکیبات زیست فعالی مانند فنول‌ها و استرول‌ها در جلبک قرمز احتمالا نقش حفاظتی کبد و تعدیل آنزیم‌های کبدی دارند (Ragaza *et al*., 2015). همچنین Madibana و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که استفاده از جلبک الوا در جیره غذایی ماهی *Agrosomus japonicas* منجر به افزایش معنی‌دار سطوح آنزیم‌های آمینوترانسفراز و کاهش معنی‌دار میزان آلکالین فسفاتاز شد که تنها از نظر آلکالین فسفاتاز با تحقیق حاضر همخوانی داشت. Khalafalla و El- Hais (۲۰۱۵) نشان دادند که استفاده از سطوح

مختلف (۲/۵ و ۵ درصد) جلبک سبز الوا (*U. lactuca*) و جلبک قرمز *Pterocladia capillacea* تفاوت معنی-داری در میزان آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز کبدی در مقایسه با تیمار شاهد در ماهی تیلاپیای نیل (*Orechromis niloticus*) ایجاد نکرد که با تحقیق حاضر همخوانی نداشت. می‌توان دلیل این تفاوت را به اختلاف در میزان ترکیبات زیست فعال موجود در جلبک و گونه ماهی مرتبط دانست.

گلوتاتیون یک آنتی اکسیدان 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 ترکیب شده و از بدن خارج می‌شوند (Peixoto *et al*., 2016). از آنجایی که تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با اثر عصاره جلبک قرمز جانیا و سایر جلبک‌های قرمز بر فعالیت آنتی اکسیدانی گونه‌های مختلف ماهی صورت نگرفته است، نتایج این تحقیق با نتایج سایر تحقیقات گونه‌های مختلف جلبک‌های ماکروسکوپی مقایسه شد. Akbary و Amini Khoei (۲۰۱۸) گزارش کردند که استفاده از سطوح مختلف (۵، ۱۰ و ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم غذا) عصاره جلبک الوا (*U. rigida*) در جیره غذایی ماهی کفال خاکستری منجر به افزایش معنی‌دار میزان فعالیت سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون احیاء شده شد. سوپراکسید دیسموتاز نقش مهمی در حمایت بافت در مقابله با رادیکال‌های آزاد اکسیژن ایفاء می‌کند و منجر به تبدیل سوپراکسید به مولکول اکسیژن معمولی یا هیدروژن پراکسید می‌شود (Vettrivel *et al*., 2013; Farzillahi et *al*., 2019). و بیشترین فعالیت این آنزیم‌ها و فعالیت آنتی اکسیدان کل در تیمار حاوی ۱۰ میلی‌گرم عصاره جلبک بر کیلوگرم غذا مشاهده شد و کمترین میزان فعالیت آنزیم مالون دی آلدئید در تیمارحاوی ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم عصاره بر کیلوگرم غذا مشاهده شد. همچنین Peixoto و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که استفاده از مکمل غذایی حاوی الوا، گراسیلاریا (*Gracilaria* spp) و فوکوس (*Fucus* spp) منجر به افزایس سطح گلوتاتیون ردوکتاز در ماهی سی باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) شد. بنظر می‌رسد ماکروجلبک‌ها دارای کارتنوئیدها و ویتامین‌ها هستند (Taboada *et al*., 2013; Güroy *et al*., 2011). ویتامین‌های C و E و بتا کاروتن موجود در جلبک می‌توانند با پاک‌سازی رادیکال-های آزاد، منجربه کاهش استرس اکسیداتیو گردند (Abdalla and Shebly, 2004). فوکوسترول موجود در جلبک‌های قرمز خواص آنتی اکسیدانی دارند و منجر به جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی می‌گردند (Lee *et al*., 2003). Lee و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که استفاده از ۳۰ گرم بر کیلوگرم غذا در موش به مدت ۷ روز بعد از تجویز تتراکلرید کربن منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز شد. لذا، عصاره جلبک قرمز با خاصیت آنتی اکسیدانی خود می‌تواند از پراکسیداسیون لیپیدی جلوگیری نماید (Song *et al*., 2011).

به طور کلی، نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که استفاده از سطوح ۱۰ و ۱۵ میلی گرم عصاره جلبک جانیا بر کیلوگرم غذا منجر به بهبود شاخص های بیوشیمیایی سرم خون، ایمنی غیر اختصاصی بدن و دفاع آنتی اکسیدانی ماهی کفال خاکستری شد. از آنجایی که بیشترین میزان پروتئین تام، گلبولین، سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون احیاء شده و آنتی اکسیدان و کمترین میزان گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسیرید و مالون دی آلدئید از نظر عددی در تیمار حاوی ۱۵ میلی‌گرم عصاره جلبک جانیا بر کیلوگرم غذا مشاهده شد. لذا، استفاده از ۱۵ میلی‌گرم عصاره جلبک جانیا بر کیلوگرم غذا در جیره غذایی ماهی کفال خاکستری پیشنهاد می‌شود .

تشکر وقدردانی

بدین وسیله از همکاری ریاست و پرسنل محترم مرکز تحقیقات شیلات آب‌های دور چابهار، کارشناس محترم آزمایشگاه تخصصی آسیب شناسی و پاتوبیولوژی صدف و شرکت میزان سنجش پاسارگاد تهران تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abdalla, A. and 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.

Akbary, P. and Amini khoei, Z., 2018. Effect of water-soluble polysaccharide extract from the green alga *Ulva rigida* on growth performance, antioxidant enzyme activity, and immune stimulation of grey mullet *Mugil cephalus.Journal of Applied Phycology*, 30: 1345–1353. DOI: 10.1007/s10811-017-1299-8

Alishahi, M., Cheshmeh, B., M., Peyghan, R., Ghorbanpour, M. and Mohammadian, T., 2013. The effect anesthesia with MS222, clove oil and phenoxy ethanol on some immune indexes in common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Wetland Ecobiology*, 5(18):23-32.

Atli, G. and 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. DOI:10.1016/j.ecoenv. 2010.09.005

Baluchnejad mojarad, T., Roghani, M. and Mafakheri, M., 2010. Neuroprotective effect of silymarin in 6-hydroxydopamine hemi-parkinsonian rat:involvement of estrogen receptors and oxidative stress. *Neuroscience letter*, 480: 206-210. DOI: 10.1016/j.neulet.2010.06.038

Benzie, I.F.F. and Strain J.J., 1996. Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. 239, 70–76. DOI:10.1006/abio.1996.0292.

Biswas, G., Jena, J.K., Singh, S.K., Patmajhi, P. and Muduli, H.K., 2006. Effect of feeding Philasterides dicentrarchi infection. *Journal of Aquatic Animal Health*, 22:235–243.

Choi, Y.H.; Lee, B.J. and Nam, T.J., 2015. Effect of dietary inclusion of *Pyropia yezoensis ex*tract on biochemical and immune responses of olive flounder *Paralichthys olivaceus Aquaculture*,435: 347-353. DOI:10.1016/j.aquaculture.2014. 10.010.

Du, Z.Y., Liu, Y.J., Tian, L.X., Wang, J.T., Wang, Y. and Liang, G.Y., 2005. Effect of dietary lipid level on growth, feed utilization and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture Nutrition*, 11: 139-146. DOI:10.1111/j.1365-2095.2004.00333.x

Ellman, G.L. 1959. Tissue sulfhydryl groups. *Archive of Biochemistry and Biophysics*, 82: 70–77.

Farzollahi, L., Sarvi Moghanlou, K. and Imani, A., 2019. Single and combined effects of Chicory (*Cichorium intybus* L.) and Hypericum perforatum extracts on immune indices and antioxidant enzymes activity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Fisheries*

Science,: 1-12. DOI: 10.22092/ISFJ.2019. 119048.

Ghiasi, M., Aghajani, S., Binaii, M., Pourgholam ,R. and Amiri, B., 2015. Effect of aqueous extracts of Hypericumperforatum on hemato serological parameters and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mikiss*) under thermal stress. *Scientific Research Journa*,. 4(2):91-101.

Gupta, S. and Abu-Ghannam, N., 2011. Bioactive potential and possible health effects of edible brown seaweeds. Trends. *Food Science and Technology*, 22: 315-326. DOI:10.1016/j.tifs.2011.03.011

Güroy, D., Güroy, B., Merrifield, D.L., Ergün, S., Tekinay, A.A. and Yiğit, M., 2011. Effect of dietary Ulva and Spirulina on weight loss and body composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), during a starvation period. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95: 320-327. DOI:10.1111/j. 1439-0396.2010.01057.x

Harikrishnan, R., Balasundaram, C. and Bhuvaneswari, R., 2005. Restorative effect of Azadirachta indicab aqueous leaf extract dip treatment on haematological parameter changes in *Cyprinus carpio* (L.) experimentally infected with *Aphanomyces invadans* fungus. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 410–413. DOI:10.1111/j. 1439-0426.2005.00614.x

Hrubec, T.C. and Smith, S.A., 2010. Hematology of fishes. 944-1003p, In: Weiss, D. A., Wardop, K.J. , Sixth eds, Veterinary Hematology. Wiley-Blackwell, USA, 1206p.

Khalafalla, M.M. and El-Hais, A.M.A., 2015. Evaluation of Seaweeds Ulva rigida and Pterocladia capillaceaas Dietary Supplements in Nile Tilapia Fingerlings. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 6 (3): 1-5. DOI:10.4172/ 2155-9546.1000312

Koller, A., 1984. Total serum protein. in: Kaplan, L .A. , Pesce, A. J., (eds).Clin Chem, theory, analysis and correlation. St. Louis: Mosby Company. 1316-1319.

Koroluk, M.A., Ivanova L.I., Maiorova, I.G. and Tokarev, V.E., 1988. A method for measuring catalase activity. *Laboratornoe delo- Laboratory Practice*, 1: 16–19.

Lee, S., Lee, Y.S., Jung, S.H., Kang, S.S. and Shin, K.H., 2003. Anti-oxidant activities of fucosterol from the marine algae *Pelvetia siliquosa*. *Archive Pharmacy Research*, 26: 719–722.

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

Lermen, C.L., Lappe, R., Crestani, M., Vieira, V.P., Gioda, C.R., Schetinger, M.R.C, Baldisserotto, B., Moraes, G. and Morsch, V.M., 2004. Effect of different temperature regimes on metabolic and blood parameters of silver catfish *Rhamdia quelen*. *Aquaculture*, 239: 497–507. DOI:10.1016/j.aquaculture.2004.06.021

Madibana, M.J., Mlambo, V., Lewis, B. and Fouché, C., 2017. Effect of graded levels of dietary seaweed (Ulvasp.) on grow hematological and serum biochemical parameters in dusky *Argyrosomus japonicus*, sciaenidae. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 107:1-5. DOI:10.1016/j.ejar.2017.09.003

Morshedi, V., Nafisi Bahabadi, M., Sotoudeh, E., Azodi, M. and Hafezieh, M., 2017. Nutritional evaluation of *Gracilaria pulvinata* as partial substitute with fish meal in practical diets of barramundi (*Lates calcarifer*) .*Journal of Applied Phycology*. 2: 1-11.

Plaza, M., Cifuentes, A. and Iba´n˜ez, E., 2008. In the search of new functional food ingredients from algae.*Trends Food Science and Technolog,y*.19: 31–39. DOI:10.1016/ j.tifs.2007.07.012

Peixoto, M.J., Svendsen, J.C., Malte, H., Pereira, L.F., Carvalho, P., Pereira, R., Gonçalves, J.F. and 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. DOI:10.1007/ s10811-015-0736-9

Porfaraj, V., Karami, M., Nezami, S.A., Rafiee, G.R., Khara, H. and Hamidoghli, A., 2013. Study of some biological features of Mullets in Iranian coasts of the Caspian sea. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, .l2:97-110

Ragaza, J.A., Koshio, S., Mamauag, R.E., Ishikawa, M., Yokoyama, S. and Villamor, S.S., 2015. Dietary supplemental effects of red seaweed *Eucheuma denticulatumon* growth performance, carcass composition and blood chemistry of juvenile Japanese flounder,*Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture Research*, 46:647–657. DOI:10.1111/are.12211

Riche, M., 2007. Analysis of refractometry for determining total plasma protein in hybrid striped bass (*Morone chrysops*×*M. saxatilis*) at various salinities. *Aquaculture*, 264: 279-284. 10.1016/j.aquaculture. 2006.12.018.

Rifai, N., Bachorik, P.S. and Albers, J.J., 1999. Lipids, lipoproteins and apolipoproteins. In: Burtis CA, Ashwood ER, editors. Tietz Textbook of Clinical Chemistry. 3rd ed. Philadelphia: W. B . Saunders Company, 809p.

Rigi ghazagh, H., Aberoumand, A., Ziaeinejad S. and Akbary, P., 2017. Effect of astaxanthin on growth, body chemical composition and some blood serum biochemical indices in grey mullet, *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758. *Iranian Scientific Fisheries Journal* , 26(2): 15-24

Shahraki, N., 2016. Effect *of Padina astraulis* Hauck extract on growth, carcass chemical composition, fatty acids and some of liver parameters in grey mullet (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) larvae, M.Sc Thesis. of Marine Sciences Department. Chabahar Maritime University. 60p. (In Persian)..

Song, J.W., Jang, J.W., Kim, S.S., Oh, D.H., Cha, J.H. and Lee, K.J., 2011. Effect of dietary supplementation with alga (*Hizikiafusiformis* and *Ecklonia cava*) on the non-specific immune responses of parrot fish *Oplegnathus fasciatus*. *Korean Journal of Fisheries Aquatic Science*, 44:332-338.. DOI: 10.5657/KFAS. 2011.0332

Taboada, M.C., Millán, R. and 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. DOI: 10.1007/s10811-012-9951-9

Thomas, L., 1998. Clinical Laboratory Diagnostics.1st ed. Frankfurt: TH-Books Verlagsgesellschaft ,652P.

Valente, L.P., Araújo, M., Batista, S., Peixoto, M., Sousa-Pinto, I., Brotas, V., Cunha, L. and Rema, P., 2015. Carotenoid deposition, flesh quality and immunological response of Nile tilapia fed increasing levels of IMTA-cultivated *Ulva* spp. *Journal of applied phycology*, 1: 1–11. DOI: 10.1007/s10811-015-0590-9

Vettrivel, C., Pugazhendy, K., Meenambal, M. and Jayanthi, C., 2013. Curative Efficacy of Spirulina against Lead Acetate Toxicity on the *Cyprinus carpio Fre*sh Water Fish. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archives*, 4(3): 537 – 542

Vizcaíno, A.J., Mendes, S.I., Varela, J.L., Ruiz-Jarabo, I., Rico, R., Figueroa, F.L., Abdala, R., Moriñigo, M.Á., Mancera, J.M. and Alarcón, F.J., 2015. Growth, tissue metabolites and digestive functionality in *Sparus aurata* juveniles fed different levels of macroalgae,*Gracilaria cornea* and *Ulva rigida*. *Aquaculture Research*, 47:3224–3238. DOI: 10.1111/are.12774

Winterbourn, C., Hawkins, R., Brian, M. and Carrell, R.W., 1975. Estimation red cell superoxidase dismutase activity, Journal of Laboratory chinease in. *The Medicine*, 85 (2): 337-340.

Study of blood biochemical and liver antioxidant parameters changes in grey mullet, *Mugil cephalus* fed with red seaweed *Jania adhaerens* J.V. Lamouroux extract

Akbary P.[1*]; Debashi F.[1]; Fadaii Rareni R.[2]

[*]paria.akbary@gmail.com

1-Fisheries Group, Marine Sciences Faculty, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran
2-Fisheries Department, Faculty of Fisheries and Natural Resources, University of Jiroft, Iran.

Abstract

The objective of the study was to examine the effects of red seaweed *Jania adhaerens* J.V. Lamouroux extract (JE) on blood biochemical parameters and antioxidant enzyme activity of grey mullet, *Mugil cephalus*, after 60 days. Four experimental diets were prepared: JE0 as a control group; JE5, JE10 and JE 15, which included 0, 5, 10 and 15 mg JE kg^{-1} diet respectively. One hundred twenty grey mullet weighting 14.95± 2.01 g (mean± SE) was randomly divided into four groups corresponding to the different feeding regimes.After 60 days feeding with above diets, No significant differences were evident in albumin and catalase (CAT) between the control group and treatments ($P>0.05$). The lowest levels of glucose (GLU), cholesterol (CHO), alkaline phosphatase (ALP), alanine aminotransferase (ALT) and the highest glutathione (GSH) activity were shown in JE15. Treatments containing different levels of JE showed significantly different in superoxide dismutase (SOD), MDA, GSH, total protein and globulin compared with control treatment ($P<0.05$). Overall, the results of the experiment revealed that grey mullet fed with JE10 and JE15 diets showed improvement of the activity of antioxidant enzymes and blood biochemical parameters and use of diet containing 15 mg/kg *J.adhaerens* extract could suggest for grey mullet

Keywords: Antioxidant enzymes. Red marine seaweed, Blood biochemical parameters, Grey mullet

[*]Corresponding author