مقاله علمی – پژوهشی:

اثر آرتمیا *Artemia urmiana* غنی شده با ریزجلبک کیتوسروس (*Chaetoceros* sp.) بر ترکیب اسیدهای چرب و وضعیت آنتی‌اکسیدانی میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*)

شه پری ریگی گونک[۱]، پریا اکبری*[۱]

*paria.akbary@gmail.com

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

تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: مهر ۱۴۰۰

چکیده

تحقیق حاضر، به‌منظور بررسی اثر آرتمیا *Artemia urmiana* غنی شده با ریزجلبک کیتوسروس (*Chaetoceros* sp.) بر ترکیب اسیدهای چرب و وضعیت آنتی‌اکسیدانی میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) به مدت دو ماه صورت گرفت. در این مطالعه، تعداد ۳۰۰۰ پست لارو میگو با میانگین وزنی ۰/۰۳ ± ۰/۳۶ گرم در یک طرح کاملا تصادفی با چهار تیمار آزمایشی و سه تکرار (با تعداد ۲۵۰ قطعه در هر تکرار) که شامل تیمار آزمایشی شاهد (تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیای غنی نشده) و تیمارهای آزمایشی ۲، ۳، ۴ که به‌ترتیب با ناپلیوس آرتمیای غنی شده با ریز جلبک کیتوسروس با تراکم ۱۰^۴× ۴۴۲، ۱۰^۴× ۳۴۸ و ۱۰^۴× ۱۲۰ سلول در هر میلی‌لیتر تغذیه شده‌اند، مورد استفاده قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصله، در پایان آزمایش، بیشترین میزان ایکوزاپنتانوییک اسید (۰/۳۵±۶/۹۵ درصد) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (۱/۰۷±۷/۹۱ درصد)، آراشیدونیک اسید (۱/۰۲±۶/۲۸ درصد)، گاما لینولنیک اسید (۰/۱۲±۰/۸۷ درصد) و استئاریک اسید (۰/۱۵±۹/۷۵ درصد) در تیمار ۴ مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان سوپراکسید دیسموتاز (۲/۱۸±۲۶/۱۲ واحد بر میلی‌لیتر)، گلوتاتیون پراکسیداز (۴/۸۰±۸۳/۱۰ واحد بر میلی‌لیتر) و کاتالاز (۰/۱۲±۵/۳۸ واحد بر میلی‌لیتر) در تیمار۴ گزارش شد و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ($p<0/05$). در کل، نتایج این تحقیق نشان داد که تیمارهای تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیا غنی شده با تراکم مختلف ریزجلبک کیتوسروس، ترکیب اسیدهای چرب و وضعیت آنتی اکسیدانی بهتری را در مقایسه با شاهد نشان دادند و استفاده از ناپلیوس آرتمیای غنی شده با تراکم ۱۰^۴× ۱۲۰ سلول در هر میلی‌لیتر ریزجلبک کیتوسروس در جیره غذایی پست لارو میگو توصیه می‌گردد.

لغات کلیدی: ناپلیوس آرتمیا، ترکیب اسید چرب، وضعیت آنتی اکسیدانی، ریزجلبک کیتوسروس، میگوی پاسفید غربی

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.2.5]

مقدمه

رشد سریع جمعیت در جهان و کاهش ذخیره آبزیان موجب گردیده است تا نیاز به تکثیر و پرورش آبزیان بیش از پیش احساس شود. آبزی‌پروری طی سال‌های گذشته با سرعت فزاینده‌ای نسبت به صید در دریاها رشد کرده است به‌طوری‌که امروزه بخش مهمی از پروتئین حیوانی مورد نیاز در جهان از طریق آبزی‌پروری تامین می‌شود (Ghaeni *et al*., 2011). از بخش‌های مهم در آبزی‌پروری، تامین غذای مناسب و مغذی است که معمولاً بیش از ۵۰ درصد هزینه‌های تولید را به‌خود اختصاص می‌دهد. بنابراین، همواره ضروری است که آبزیان در مراحل اولیه رشد با غذاهایی تغذیه شوند که در ادامه زندگی شرایط مناسب‌تری را از نظر رشد و بقاء و تولید مثل داشته باشند. نتیجه نهایی این موضوع، دست‌یابی به سود بالاتر است که هدف اصلی آبزی‌پروری و سایر فعالیت‌های اقتصادی می‌باشد (خورشیدی و همکاران، ۱۳۹۳). در زمینه تغذیه آبزیان برای رشد و بقاء مناسب تحقیقات زیادی در جهان صورت گرفته است. اما نکته مهم روش انتقال و نوع ماده مورد استفاده به بدن آبزی است (Ghaeni *et al*., 2011).

بسیاری از آبزیان به‌خصوص میگو چون در مراحل اولیه رشد به‌آسانی قادر به استفاده از مواد غذایی نیست. به همین دلیل از ناپلیوس آرتمیا به عنوان ناقل زیستی مواد جهت انتقال مواد ضروری به میگو و بسیاری دیگر از آبزیان استفاده می‌شود (Prusinska *et al*., 2015).

آرتمیا به عنوان یکی از منابع غذایی سالم قادر به تامین برخی آنزیم‌هایی است که لارو آبزیان در مراحل اولیه رشد قادر به سنتز آنها نمی‌باشند (Kim *et al*., 2002; Tocher, 2003). جنبه مهم دیگر آرتمیا، به دلیل دسترسی و تهیه آسان آن در هر مقدار و زمان مشخص برای پرورش آبزیان می‌باشد (Bengtson *et al*., 1991; Prusinska *et al*., 2015). به رغم مزایای بسیار زیاد، یکی از نقاط ضعف آرتمیا این است که چون فاقد اسیدهای چرب اشباع نشده بلند زنجیره سری ۲ و ۶ برای مثال، ایکوزاپنتانوییک اسید[1] (EPA, 20:5)، دوکوزا هگزانوئیک اسید[2] (DHA, 22:6)) هستند، لذا سعی در غنی‌سازی آرتمیا به منظور بالا رفتن ارزش غذایی آن شده است (Navarro and Sargent, 1992). شایان ذکر است، کمبود این اسیدهای چرب ضروری باعث آسیب‌های بافتی، عصبی شدن و اختلال در رفتارهای حرکتی و تغذیه‌ای می‌شود (Sargent *et al*., 1995).

از آن‌جایی‌که بدن آبزیان قادر به سنتز این نوع اسیدهای چرب نمی‌باشد، لازم است به جیره غذایی اضافه شوند (Henderson, 1996; Tocher, 2003). به طور همزمان، اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره در تشکیل لیپیدهای غشاء سلولی و در طیف وسیعی از تحولات مهم متابولیک مانند پروستاگلاندین، پروستاسیکلین، ترومبوکسان و لکوترین‌ها شرکت دارند (Kim *et al*., 2002; Hrytsyniak *et al*., 2009).

ریزجلبک کیتوسروس از دیاتوم‌ها و از رده باسیلاریوفیسه[3]، تک سلولی، بدون تاژک است که در محیط‌های پرورش انبوه، رنگ آن قهوه‌ای دیده می‌شود. این ریزجلبک دارای رشد سریع، اندازه سلول مناسب برای تغذیه لارو آبزیان (۲۰-۲ میکرومتر) و حاوی ۲۳ درصد پروتئین می‌باشد و در بین اسیدآمینه‌های ضروری، لوسین و فنیل آلانین بیشترین میزان را به‌خود اختصاص داده است. همچنین بیشترین میزان اسیدهای چرب مربوط به پالمیتیک اسید (۳۱ درصد)، اولئیک اسید (۳۲ درصد) و لینولئیک اسید (۲۵ درصد) گزارش شده است (Banerjee *et al*., 2011). ریزجلبک‌ها به عنوان منبع غنی از پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه ضروری، مواد معدنی، اسیدهای چرب ضروری، رنگدانه‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کارتنوئیدها و علاوه‌برآن ارزش غذایی خوب در صنعت پرورش میگو مورد استفاده قرار گرفته است (Priyadarshani and Rath, 2012). جلبک سبز حاوی بتاکاروتن بالایی است که حضور کارتنوئیدها در جیره غذایی آبزیان به تولید مثل، سلامتی و نیز رنگدانه‌های آنها کمک می‌کند و از آن‌جایی‌که سخت‌پوستان قادر به بیوسنتز کارتنوئیدهای

[1] Eicosapentaenoic acid (EPA)

[2] Docosahexaenoic acid (DHA)

[3] Bacillariophycae

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.2.5]

آنتی‌اکسیدانی نیستند، بایستی از طریق خوراک برای مثال، استفاده از ناپلیوس آرتمیای غنی شده با ریزجلبک، این ترکیب در اختیار میگوها قرار گیرد (Wikifors, 2000).

مطالعات متعددی در زمینه اثر استفاده از ریزجلبک‌های دونالیلا (*Dunaliella salina*)، نانوکلروپسیس (*Nannochloropsis salina*)، تالاسیروسرا (*Thalassiosira weissflogii*)، تتراسلمیس (*Tetraselmis chuii*)، کیتوسروس (*Chaetoceros calcitrans*)، اسکلتونما (*Skeletonema costatum*)، اسپیرولینا (*Spirulina platensis*)، کلرلا (*Chlorella vulgaris*) و آزولا (*Azolla pinnata*) بر ترکیب اسید چرب و وضعیت آنتی‌اکسیدانی آبزیان از جمله آرتمیا فرانسیسکانا (*A. franciscana*) (عشقی و همکاران، ۱۳۹۵؛ Rakhad, 2007; Herawati *et al*., 2014)، آرتمیا سالینا (*Artemia salina*) (Chakraborty *et al*.,2007)، شانک ماهی (*Sparus aurata*) (Khairy and Sayed, 2012)، میگوی دراز آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) و میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) (Ju *et al*., 2009) صورت گرفته است برای مثال، Radhakrishnan و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که جانشینی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصدی پودر جلبک اسپیرولینا، کلرلا و آزولا در جیره غذایی میگوی دراز آب شیرین با پودر ماهی منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی غیر آنزیمی (ویتامین C و E) شد درحالی‌که تاثیر معنی‌داری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی (سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسید لیپید) نداشت. Ju و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی اثر استفاده از دو ریزجلبک تالاسیروسرا (*T. weissflogii*) و نانوکلروپسیس) در جیره غذایی میگوی پاسفید غربی نشان دادند که استفاده از این دو ریزجلبک، منجر به افزایش اسیدهای چرب از جمله ایکوزاپنتانوییک اسید، دوکوزا هگزانوئیک اسید و آراشیدونیک اسید عضله میگو گردید.

استان سیستان و بلوچستان به عنوان یکی از قطب‌های پرورش میگو در ایران شناخته می‌شود. اما بحث بیماری‌ها همچون بیماری لکه سفید از مشکلات این صنعت می‌باشد که یکی از عوامل کنترل این بیماری، بهبود کیفیت غذای زنده در مراکز تکثیر میگو پرورشی می‌باشد (Chen *et al*., 1995) با توجه به این‌که بدن آبزیان قادر به سنتز این نوع اسیدهای چرب و کارتنوئیدهای آنتی‌اکسیدانی نمی‌باشد، آبزیان نیاز خود را به این گونه ترکیبات را از طریق جیره غذایی خود تامین می‌کنند. از آن‌جایی‌که تاکنون مطالعه کمی در زمینه امکان استفاده از آرتمیا اورمیانا (*A. urmiana*) غنی شده با ریزجلبک کیتوسروس (*Chaetoceros* sp.) بر ترکیب اسیدهای چرب و وضعیت آنتی‌اکسیدانی میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) صورت گرفته و داده‌های موجود از نظر بهینه تراکم سلولی این ریزجلبک در تغذیه میگو بسیار محدود است، لذا این تحقیق، با هدف بررسی اثر استفاده از آرتمیا *Artemia urmiana* غنی شده با جلبک کیتوسروس بر ترکیب اسیدهای چرب و وضعیت آنتی‌اکسیدانی میگوی پاسفید غربی طراحی شده است.

مواد و روش‌ها

تأمین پست لارو میگو پاسفید غربی

۳۰۰۰ پست لارو میگو پاسفید غربی مورد نیاز جهت انجام این تحقیق، از طریق مرکزتکثیر میگوی خصوصی واقع در کنارک تامین گردید و با پلاستیک حمل دولایه در حالی‌که یک سوم آن از آب و ما بقی از هوا پر شده بود، به محل اجرای تحقیق انتقال یافت و در دو تانک فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری سالن تکثیر و پرورش ماهیان مرکز تحقیقات شیلات آبهای دور (چابهار) به مدت دو هفته به منظور سازگاری با شرایط آزمایشگاهی رهاسازی شدند. در هر تانک روزانه یک سوم آب مورد تعویض قرار گرفت و مواد دفعی در هر تانک به‌وسیله سیفون خارج شدند. پس از دو هفته سازگاری، میگوها به صورت تصادفی در چهار گروه (با سه تکرار برای هر گروه) با تراکم ۲۵۰ عدد در هر تانک ۶۰ لیتری توزیع شدند.

تهیه ریز جلبک کیتوسروس

استوک ریز جلبک از مرکز تکثیر خصوصی میگو واقع در کنارک تهیه گردید. ابتدا تمام ابزار آلات شیشه‌ای و فلزی

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.2.5]

در داخل آون ۱۶۵ درجه سانتیگراد به مدت دو ساعت قرار داده شدند. سپس برای سترون نمودن محیط‌های کشت جلبک از دستگاه اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد با فشار ۱/۶ اتمسفر و از محیط کشت گیلارد برای استفاده شد. شرایط محیطی مطلوب برای رشد این ریزجلبک، نور سفید تک رنگ با روشنایی ۴۵۰۰ لوکس و درجه حرارت ۲±۲۸ درجه سانتیگراد و pH ۷/۸-۵/۰ در نظر گرفته شد. ریزجلبک رشد یافته پس از گذشت ۱۰ روز در حالی‌که در انتهای مرحله رشد لگاریتمی و در اوج ارزش غذایی و تراکم بود، برای غنی‌سازی ناپلیوس آرتمیا مورد استفاده گرفت. برای غنی‌سازی آرتمیا، سه غلظت مختلف از این جلبک به‌ترتیب ۱، ۱:۲و ۱:۳ تهیه شد. سپس شمارش نمونه‌ها به طور روزانه و با ۳ تکرار برای هر غلظت تا انتهای مرحله رشد انفجاری که بالاترین ارزش غذایی و تراکم سلولی داشت، با استفاده از لام هماسیتومتر و در زیر میکروسکوپ نوری، لنز ۲۰ انجام شد (Andersen, 2005).

آماده سازی ناپلیوس آرتمیا و تغذیه با غلظت‌های مختلف ریز جلبک کیتوسروس

پس از تخم گشایی سیست آرتمیا طبق شرایط کشت استاندارد (شوری ۳۵-۳۰ گرم در لیتر، دمای ۲۶-۲۵ درجه سانتیگراد، pH ۸/۵-۷، نور ۲۰۰۰ لوکس)، ناپلیوس‌ها با استفاده از رفتار نورگرایی مثبت از پوسته‌ها جداسازی شدند. سپس تعداد ۴۶۰۰۰۰۰ عدد ناپلیوس (مرحله اینستار II) در یک طرح کاملاً تصادفی به ۴ تیمار با ۳ تکرار (با تعداد ۴۰۰۰۰۰ در هر تکرار) تقسیم شدند. گروه شاهد با ۱ گرم پودر مخمر نانوایی (*Saccharomyces cerevisiae*) به ازاء ۱۰۰۰۰ عدد ناپلیوس و تیمارهای آزمایشی با میزان ۲۰۰ ناپلیوس در هر میلی‌لیتر از ریز جلبک کیتوسروس که به‌ترتیب عبارت بودند از: تیمار ۱ (تراکم ریز جلبک $۱۰^۴\times$ ۴۴۲ سلول در هر میلی‌لیتر)، تیمار ۲ (تراکم ریز جلبک $۱۰^۴\times$ ۳۴۸ سلول در هر میلی‌لیتر) و تیمار ۳ (تراکم ریز جلبک $۱۰^۴\times$ ۱۲۰ سلول در هر میلی‌لیتر) در ظروف پلاستیکی استوانه‌ای- مخروطی ۲ لیتری در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و شوری ۳۰ گرم در لیتر، به مدت ۸ ساعت غنی‌سازی شدند و سپس ناپلیوس‌ها شسته و مورد استفاده قرار گرفت (منافر، ۱۳۸۰).

طراحی آزمایش و شرایط تغذیه

پس از دو هفته سازگاری پست لاروها با تراکم ۲۵۰ قطعه به ۱۲ مخزن پلاستیکی ۶۰ لیتری به صورت تصادفی انتقال داده شدند. غذادهی پست لاروها با استفاده از ناپلیوس آرتمیا و غذای کنسانتره در چهار وعده (ساعت ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰) تا حد سیری انجام شد. تغذیه پست لاروها در هر روز شامل دو وعده غذای کنسانتره و دو وعده ناپلیوس آرتمیا بود (خورشیدیان و همکاران، ۱۳۹۳). تیمارها شامل تیمار شاهد که با غذای کنسانتره و ناپلیوس آرتمیا غنی شده با مخمر نانوایی تغذیه شدند و تیمار ۲، ۳ و ۴ که به‌ترتیب با غذای کنسانتره و ناپلیوس آرتمیا غنی شده با تراکم‌های مختلف ریز جلبک کیتوسروس به‌ترتیب $۱۰^۴\times$ ۴۴۲، $۱۰^۴\times$ ۳۴۸ و $۱۰^۴\times$ ۱۲۰ سلول در هر میلی‌لیتر به مدت هشت هفته تغذیه شدند. هر تیمار دارای سه تکرار بود. هوادهی به هریک از مخازن با یک پمپ هواده مرکزی که متصل به شلنگ‌های هواده و سنگ هوا بود، صورت گرفت و روزانه ۳۰ درصد آب هریک از مخازن تعویض گردید. در طول دوره آزمایش، میانگین شوری آب (۳۷ گرم در لیتر)، اکسیژن آب (۷/۵±۰/۶۵ میلی‌گرم بر لیتر)، pH (۸±۰/۲)، دما (۲۸/۴±۰/۷ درجه سانتیگراد) و آمونیاک (۰/۱±۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر) برای پرورش میگو ثابت باقی ماند.

سنجش ترکیب اسیدهای چرب

مقدار ۲۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم از پودر خشک شده از هر تکرار میگوها درون ظرف شیشه‌ای درب‌دار ریخته شد. سپس یک میلی‌لیتر از محلول حاوی $H_۲SO_۴$ ۲/۵ درصد و متانول ۹۸ درصد (v/v،۴۰/۱) به هر ظرف نمونه اضافه شد و سپس به مدت یک ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. پس از سرد شدن در دمای اتاق، ۵۰۰ میکرولیتر هگزان با ۱/۵ میلی‌لیتر NaCl ۹ درصد مخلوط گردید و به نمونه اضافه شد تا اسید چرب متیل استر استخراج شد (Pérez *et al.*, 2017). پس از سانتریفیوژ نمونه (۱۰ دقیقه با ۴۰۰۰ دور در دقیقه)،

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.2.5]

بخش رویی محلول (شامل هگزان) جداسازی گردید و برای تعیین پروفایل اسید چرب به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق شد (AOAC, 2000; Pérez *et al.*, 2017). برای جداسازی و شناسایی انواع اسیدهای چرب، از دستگاه کروماتوگرافی مدل Unicam۴۶۰۰ (مستقر در شرکت میزان سنجش پاسارگاد تهران) استفاده شد. ستون این دستگاه از نوع Bp ×۱۰ به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۱ میلی‌متر است آشکارساز دستگاه از نوع FID و گاز حاصل از دستگاه نیتروژن بود. فشار گاز هیدروژن ۳۰ میلی‌لیتر بر ثانیه، اکسیژن ۳۰۰ میلی‌لیتر بر ثانیه، دمای آشکارساز Detector ۲۵۰ درجه سانتیگراد ، دمای Injector ۲۴۰ درجه سانتیگراد و دمای ستون ۲۰۰ درجه سانتیگراد تنظیم گردید. یک میکرولیتر از عصاره مورد نظر با سرنگ هامیلتون به دستگاه تزریق شد با عبور گازی نیتروژن و حرارت تدریجی، استرهای متیله اسیدهای چرب که به صورت بخار درآمده بودند، یکی پس از دیگری از ستون خارج شدند و منحنی رسم گردید و زمان بازداری مربوط به هر اسید چرب با منحنی مربوط به اسیدهای چرب استاندارد و زمان بازداری مقایسه شد و بدین ترتیب، نوع و میزان اسیدهای چرب (بر حسب درصد کل اسیدهای چرب) تعیین گردید.

هموژنیزه کردن میگو

برای سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ۱۰ میگو از هر تکرار انتخاب شد سپس با نسبت (۱:۱۰ حجم/وزن) در محلول بافر فسفات ۸ گرم NaCl، ۰/۲ گرم KCl، ۱/۴۲ گرم Na_2HPO_4، ۰/۲۴ گرم KH_2PO_4 در pH۷/۲ (۷/۲) هموژن شد. نمونه هموژن شده به مدت ۱۰ دقیقه در ۴ درجه سانتیگراد سانتریفیوژ (با دور ۱۵۰۰) شد و مایع رویی برای سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها مورد استفاده قرار گرفت (Akbary and Aminikhoei, 2018).

سنجش فعالیت آنزیم های آنتی‌اکسیدانی

مخلوط واکنش جهت سنجش آنزیم سوپر اکسیداز دیسموتاز شامل بافر HEPES-KOH با pH ۷/۸ حاوی ۰/۱ میلی مولار EDTA، ۵۰ میلی مولار کربنات سدیم با pH۷/۲، ۱۲/۷ میلی‌مولار متالوتیونین، ۷۵ میکرومولار نیتروبلوتترازیلوم، یک میکرومولار ریبوفلاوین و ۲۰۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی بود نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در معرض نور قرار گرفت و سپس جذب آنها در طول موج ۵۶۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شده و از یک لوله آزمایش حاوی مخلوط واکنش به جز عصاره آنزیمی به عنوان شاهد (بلانک) استفاده شد (Winterbourn *et al.*, 1975).

سنجش فعالیت کاتالاز نیز طبق تجزیه آب اکسیژنه با کاهش جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر به مدت ۳۰ ثانیه پیگیری و به ازاء هر میلی‌گرم پروتئین در عصاره آنزیمی بیان شد. در آن بافر فسفات سدیم ۲۰ میلی‌مولار با pH۷ و ۲۰ میکرولیتر هیدروژن پراکساید ۳۰ درصد به عنوان پذیرنده الکترون مورد استفاده قرار گرفت (Dazy *et al.*, 2008).

فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز مطابق روش Lawrence و Burk (۱۹۷۶) سنجیده شد. ۰/۹ میلی‌لیتر از مخلوط واکنش محتوی ۵۰ میلی‌مولار بافر فسفات پتاسیم با pH۷ ، یک میلی مولار EDTA، یک میلی‌مولار سدیم آزید، ۰/۲ میلی مولار NADPH، ۲۰ میکرومولار گلوتاتیون ردوکتازو یک میلی مولار GSH به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد انکوبه شد. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۰/۲۵ میلی‌مولار و ۵۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی به مخلوط اضافه شد و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر میزان جذب نوری در طول موج ۴۴۰ نانومتر مورد سنجش قرار گرفت.

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) و مقایسه میانگین بین تیمارها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده گردید. با استفاده از تست کالموگراف اسمیرنوف نرمال بودن داده‌ها و از تست لون برابری واریانس‌ها و تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها با نرم افزار SPSS ویرایش ۱۹ صورت گرفت و جهت محاسبات آماری از نرم افزار Excel ویرایش ۲۰۱۰ استفاده گردید.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.2.5]

نتایج

ترکیب اسیدهای چرب

در جدول ۱ ترکیب اسیدهای چرب (کل درصد اسیدهای چرب) تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش نشان داده شده است. بیشترین میزان ایکوزاپنتانوییک اسید (۰/۳۵±۶/۹۵ درصد) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (۱/۰۷±۷/۹۱ درصد)، آراشیدونیک اسید (۱/۰۲±۶/۲۸ درصد)، گاما لینولنیک اسید (۰/۱۲±۰/۸۷ درصد) و استئاریک اسید (۰/۱۵±۹/۷۵ درصد) در میگوهای تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیا غنی شده با تراکم ۱۲۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر ریزجلبک کیتوسروس (تیمار۴) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ($p<۰/۰۵$). سپس اسیدهای چرب مذکور به‌ترتیب در تیمار ۳ و۲ (تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیا غنی شده با تراکم به‌ترتیب ۳۴۸×۱۰^{۴} و ۴۴۲×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر ریزجلبک کیتوسروس) را در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند که این اختلاف بین دو تیمار معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). کمترین میزان اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره (ایکوزا پنتانوییک اسید و دوکوزا هگزانوئیک اسید) در تیمار تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیای غنی نشده (تیمار ۱) مشاهده شد ($p<۰/۰۵$).

جدول ۱: ترکیب اسیدهای چرب (درصد کل اسیدهای چرب) در تیمارهای مورد مطالعه

Table 1: Composition of fatty acids (% total fatty acids) in the studied treatments

اسیدهای چرب	تیمار			
	۱	۲	۳	۴
C۱۴:۰	۰/۸۹ ± ۰/۰۳ [b]	۰/۲۶ ± ۰/۰۲ [c]	۱/۲۱ ± ۰/۰۱ [a]	۰/۸۵ ± ۰/۰۵ [b]
C۱۵:۰	۰/۴۹ ± ۰/۰۴ [b]	۱/۷۸ ± ۰/۰۴ [a]	۰/۳۷ ± ۰/۰۵ [c]	۰/۲۴ ± ۰/۰۳ [d]
C۱۶:۰	۱۸/۷۵ ± ۰/۰۹ [a]	۱۶/۶۹ ± ۰/۱۶ [c]	۱۸/۴۱ ± ۰/۰۸ [b]	۱۶/۶۰ ± ۰/۱۳ [c]
C۱۷:۰	۰/۲۰ ± ۰/۰۷ [c]	۰/۴۰ ± ۰/۰۲ [b]	۰/۷۸ ± ۰/۰۴ [a]	۰/۷۷ ± ۰/۰۳ [a]
C۱۸:۰	۹/۵۱ ± ۰/۲۳ [a]	۶/۳۳ ± ۰/۱۰ [c]	۸/۵۸ ± ۰/۰۳ [b]	۹/۷۵ ± ۰/۱۵ [a]
C۲۰:۰	۱/۲۰ ± ۰/۱۳ [b]	۱/۳۶ ± ۰/۱۴ [a]	۱/۲۷ ± ۰/۲۳ [b]	۱/۰۱ ± ۰/۰۷ [c]
SFA*	۳۰/۲۸ ± ۱/۱۱ [a]	۲۶/۲۹ ± ۲/۲۵ [d]	۲۹/۰۱ ± ۳/۶۹ [b]	۲۸/۳۲ ± ۱/۱۷ [c]
C۱۷:۱n	۰/۲۶ ± ۰/۲۵	۰/۱۷ ± ۰/۰۵	۰/۲۵ ± ۰/۰۳	۰/۲۹ ± ۰/۰۱
C۱۸:۱n-۹	۱۸/۱۱ ± ۱/۱۱ [d]	۲۲/۲۲ ± ۱/۷۶ [a]	۱۹/۱۰ ± ۲/۴ [b]	۱۸/۷۳ ± ۰/۶۰ [c]
MUFA **	۱۸/۲۵ ± ۰/۷۸ [d]	۲۲/۰۹ ± ۱/۴۸ [a]	۱۹/۲۷ ± ۲/۰۴ [c]	۱۹/۹۰ ± ۱/۶۲ [b]
C۱۸:۲n-۶	۲۷/۲۰ ± ۳/۱۴ [d]	۲۸/۷۰ ± ۲/۱۱ [a]	۲۸/۲۴ ± ۴/۱۴ [b]	۲۷/۷۹ ± ۲/۱۳ [c]
C۱۸:۳n-۳	۲/۴۱ ± ۰/۱۵ [bc]	۲/۹۳ ± ۰/۱۶ [a]	۲/۴۷ ± ۰/۳۴ [b]	۲/۳۱ ± ۰/۱۲ [c]
C۲۰:۳n-۶	۰/۵۹ ± ۰/۰۵ [d]	۰/۶۷ ± ۰/۰۶ [c]	۰/۷۳ ± ۰/۰۴ [b]	۰/۸۷ ± ۰/۱۲ [a]
C۲۰:۴n-۶	۴/۱۰ ± ۱/۰۲ [d]	۴/۸۷ ± ۰/۱۰ [c]	۵/۲۸ ± ۰/۳۷ [b]	۶/۲۸ ± ۱/۰۲ [a]
C۲۰:۵n-۳	۴/۵۲ ± ۰/۱۷ [d]	۵/۳۲ ± ۰/۰۷ [c]	۶/۷۱ ± ۰/۰۸ [b]	۶/۹۵ ± ۰/۲۵ [a]
C۲۲:۴n-۶	۰/۵۴ ± ۰/۰۲ [c]	۰/۶۴ ± ۰/۰۶ [b]	۰/۷۴ ± ۰/۰۲ [a]	۰/۷۶ ± ۰/۰ [a]
C۲۲:۵n-۳	۰/۱۷ ± ۰/۰۶ [c]	۰/۵۱ ± ۰/۰۳ [a]	۰/۲۰ ± ۰/۰۱ [bc]	۰/۲۲ ± ۰/۰۱ [b]
C۲۲:۶n-۳	۵/۷۶ ± ۱/۰۶ [d]	۶/۰۱ ± ۱/۱۶ [c]	۷/۳۵ ± ۱/۰۴ [b]	۷/۹۱ ± ۱/۰۷ [a]
PUFA***	۴۵/۲۳ ± ۷/۵۵ [c]	۵۱/۶۵ ± ۳/۲۵ [d]	۵۱/۷۲± ۴/۰۸ [b]	۵۱/۹۰ ± ۵/۲۴ [a]

مقادیر (میانگین± خطای معیار، حاصل سه تکرار) با حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست. ($P<۰/۰۵$). میانگین داده‌ها 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 (۳ تکرار ار هر تیمار) تیمار۱ الی ۴ به‌ترتیب تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیای غنی شده با تراکم ریز جلبک۰، ۴۴۲×۱۰^{۴} ۳۴۸×۱۰^{۴} و ۱۲۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.2.5]

وضعیت آنتی‌اکسیدانی

در جدول ۲ وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل تیمارهای مورد مطالعه نشان داده شده است. بیشترین میزان سوپراکسید دیسموتاز (۲/۱۸±۲۶/۱۲ واحد بر میلی‌لیتر)، گلوتاتیون پراکسیداز (۴/۸۰±۸۳/۱۰ واحد بر میلی‌لیتر) و کاتالاز (۰/۱۲±۵/۳۸ واحد بر میلی‌لیتر) در تیمار ۴ گزارش شد و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ($p<0/05$) در حالی‌که بیشترین میزان مالون دی آلدئید (۰/۰۱±۲/۱۹ واحد بر میلی‌لیتر) در تیمار ۱ (شاهد) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ($p<0/05$).

جدول ۲: مقایسه میانگین (میانگین± خطای معیار) فعالیت آنتی‌اکسیدانی میگوی پا سفید غربی در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰)

Table 2: Comparison of mean (Mean ± S.E) of antioxidant activity of white-leg shrimp in different treatments at the end of the experiment (day 60)

فعالیت آنزیم های آنتی‌اکسیدانی	تیمار			
(واحد بر میلی‌لیتر)	۱	۲	۳	۴
سوپر اکسیداز دیسموتاز (SOD)	۱۹/۰۷±۰/۰۸^{c}	۱۸/۵۷±۱/۴۵^{c}	۲۳/۷۳±۶/۵۴^{b}	۲۶/۱۲±۲/۱۸^{a}
گلوتاتیون پراکسیداز (GP_X)	۴۴/۴۹±۳/۳۵^{c}	۷۷/۹۴±۸/۶۹^{b}	۷۶/۰۳±۲/۷۰^{b}	۸۳/۱۰±۴/۸۰^{a}
مالون دی آلدئید (MDA)	۲/۱۹±۰/۰۱^{a}	۲/۲۰±۰/۰۱^{a}	۱/۹۷±۰/۰۵^{b}	۱/۸۰±۰/۵۱^{c}
کاتالاز (CAT)	۱/۳۱±۰/۱۱^{c}	۳/۲۱±۰/۹۰^{b}	۳/۲۹±۰/۴۳^{b}	۵/۳۸±۰/۱۲^{a}

وجود حروف غیر همسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است ($P<0/05$) تیمار ۱ تا ۴ به‌ترتیب تغذیه شده با ناپلئوس آرتمیای غنی شده با تراکم ریز جلبک ۰، $۱۰^{۴}\times$ ۴۴۲ $۱۰^{۴}\times$ ۳۴۸ و $۱۰^{۴}\times$ ۱۲۰ سلول در هر میلی‌لیتر

بحث

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره (ایکوزا پنتانوییک اسید، آراشیدونیک اسید، گاما لینولنیک اسید و دوکوزا هگزانوئیک اسید)، در تیمارهای تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیای غنی شده با تراکم ریز جلبک بیشتر از تیمار شاهد بود. Ju و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی اثر استفاده از دو ریز جلبک تالاسیروسرا (*Thalassiosira weissflogii*) و نانوکلروپسیس (*Nannochloropsis* sp.) در جیره غذایی میگوی پاسفید غربی نشان دادند که استفاده از این دو ریز جلبک منجر به افزایش اسیدهای چرب ایکوزا پنتانوییک اسید، آراشیدونیک اسید و دوکوزا هگزانوئیک اسید عضله میگو گردید. همچنین Jaseera و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که استفاده از ناپلیوس آرتمیای غنی شده با ریزجلبک *Aurantiochytrium* sp. منجر به افزایش میزان دوکوزا هگزانوئیک اسید و پالمیتیک اسید در پست لارو میگوی ببری سیاه (*Penaeus monodon*) شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارند. عشقی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که استفاده از ریز جلبک دونالیلا (*Dunaliella salina*) منجر به افزایش معنی‌دار اسیدهای چرب ایکوزاپنتانوئیک اسید و دوکوزاهگزانوئیک اسید آرتمیا فرانسیسکانا (*A. franciscana*) در مقایسه با آرتمیای تغذیه شده با سبوس برنج، شد. همچنین اکبری و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که ناپلیوس آرتمیا تغذیه شده با سطوح مختلف ریزجلبک*A. halophytica* ترکیب اسیدهای چرب بهتری را در مقایسه با شاهد نشان داد و بیشترین میزان ایکوزاپنتانوییک اسید (۰/۲۵±۳/۹۹ درصد) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (۰/۰۲±۱/۴۴ درصد) در تیمار تغذیه شده با ریزجلبک با تراکم سلولی $۱۰^{۶}\times$۱۳ سلول در هر میلی‌لیتر مشاهده شد. این موضوع نشان می‌دهد که احتمالاً استفاده از ریزجلبک کیتوسروس، در تغذیه آرتمیا می‌تواند جبران کننده مقادیر کم اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره به‌ویژه دوکوزاهگزانوئیک اسید در

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.2.5]

میگوی سفید غربی شود (عشقی و همکاران، ۱۳۹۵). به طور کلی، می‌توان گفت آرتمیا از لحاظ میزان اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره فقیر هستند که لازم است غنی‌سازی گردند و کیفیت تغذیه‌ای آن‌ها را می‌توان از طریق غنی‌سازی با ریزجلبک‌ها بهبود بخشید (اکبری و همکاران، ۱۳۹۹).

ریزجلبک‌ها می‌توانند سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی را به عنوان پاسه‌های سازگار به استرس اکسیداتیو تحریک کنند. از این‌رو، این ارگانیسم‌ها می‌توانند منبع بالقوه ای از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی باشند (Assunção *et al.*,2017). نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از ناپلیوس آرتمیای غنی شده با تراکم‌های مختلف ریز جلبک منجر به بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی پست لارو میگوی سفید غربی شد و بیشترین میزان سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز در در تیمار تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیای غنی‌شده با ریزجلبک با تراکم سلولی ۱۲۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر مشاهده گردید. Radhakrishnan و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که جانشینی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصدی پودر جلبک اسپیرولینا، کلرلا و آزولا در جیره غذایی میگوی دراز آب شیرین با پودر ماهی منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی غیر آنزیمی (ویتامین C و E) شد درحالی‌که تاثیر معنی‌داری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی (سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسید لیپید) نداشت که با نتایج این مطالعه مطابقت نداشت. Akbary و Amini Khoei (۲۰۱۸) گزارش کردند که استفاده از ۱/۵ گرم بر کیلوگرم عصاره جلبک الوا (*Ulva rigida*) در جیره غذایی میگوی پاسفید غربی منجر به افزایش معنی‌دار میزان فعالیت سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون احیاء شده است. 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*) شده است. به‌نظر می‌رسد، ویتامین‌های C و E و بتا کاروتن، فیکوبیلی پروتئین، پلی‌فتل‌ها، آلفاتوکوفرول‌ها موجود در ریزجلبک کیتوسروس می‌توانند با پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد، منجربه کاهش استرس اکسیداتیو گردند (Assunção *et al.*, 2017). غلظت مالانون دی‌آلدئید نشان‌دهنده فرآیندهای سمی ناشی از رادیکال‌های آزاد بوده و سطوح مالانون دی آلدئید شاخص مناسبی از میزان پراکسیداسیون لیپیدی می‌باشد (Peixoto *et al.*, 2016). نتایج این تحقیق نشان دادکه کمترین میزان مالون‌دی آلدئید در تیمارهای تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیای غنی شده با ریزجلبک با تراکم سلولی ۱۲۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر مشاهده شد که با تحقیقات Peixoto و همکاران (۲۰۱۶) و Akbary و Aminikhoei (۲۰۱۸) مطابقت دارد.

در کل نتایج، نشان داد که استفاده از ناپلیوس آرتمیای غنی شده با ریزجلبک کیتوسروس (*Chaetoceros* sp) منجربه بهبود اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره (ایکوزاپنتانوییک اسید، آزاشیدونیک اسید و دوکوزا هگزانوئیک اسید) و وضعیت آنتی‌اکسیدانی میگوی سفید غربی گردید و بهترین سطح این ریزجلبک جهت غنی‌سازی آرتمیا ۱۲۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر به‌دست آمد که می‌تواند استفاده از آرتمیای غنی شده با این گونه ریز جلبک در پرورش پست لارو میگوی سفید غربی به منظور تأمین اسیدهای چرب و بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی توصیه گردد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از زحمات کارشناس شرکت سنجش پاسارگاد تهران و ریاست محترم مرکز تحقیقات علوم شیلاتی آبهای دور (چابهار) که امکانات و تجهیزات آزمایشی را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

اکبری، پ.، امینی خویی، ز. و عرفانی فر، ا.، ۱۳۹۹. اثر ریزجلبک *Aphanothece halophytica* بر ترکیب اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه ناپلیوس آرتمیا اورمیانا (*Artemia urmiana*). مجله علمی

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.2.5]

شیلات ایران. ۲۹ (۵):۲۷-۳۶. DOI: 10.22092/ISFJ.2021.123192.

خورشیدی، د.، کامرانی، ا.، سالارزاده، ع.، دشتیان نسب، ع.، نفیسی بهابادی، م.، خورشیدیان، ک. و موحد، ع.، ۱۳۹۳. اثرات غنی سازی آرتمیا با عصاره جلبک دریایی پادینا (*Padina* sp.) بر بقاء و رشد پست لارو میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*). مجله بهره برداری و پرورش آبزیان، ۳(۲): ۴۶-۳۳.

عشقی، ش.ن.، نوری، ف.، ایمانی، ا. و آق، ن.، ۱۳۹۵. اثرات جایگزینی جلبک دونالیلا *Dunaliella salina* با سبوس گندم و برنج و پروبیوتیک *Lactobacillus rhamnosus* بر شاخص‌های رشد، تجزیه تقریبی بدن و ترکیب اسیدهای چرب *A franciscana*. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶(۱): ۲۱۴-۲۰۷.

مناف فر، ر.، ۱۳۸۰. غنی سازی ناپلئوس *Artemia urmiana* با امولسیون اسیدهای چرب و جلبک دونالیلا و بررسی متابولیسم HUFA تحت انکوباسیون سرد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. ۳۴۵ صفحه.

Akbary, P. and Aminikhoei, Z., 2018. Effect of polysaccharides extracts of algae *Ulva rigida* on growth, antioxidant, immune response and resistance of shrimp, *Litopenaeus vannamei* against *Photobacterium damselae*. *Aquaculture Research*, 49(7): 2503-2510. DOI: org/10.1111/are.13710.

Andersen, R.A., 2005. Algal culturing techniques. (Ed.). Elsevier. Academic Press, USA, 596 P. 2005.

AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 17th Edition, the Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. Methods 985.29, 991.43. DOI: org/10.1016/j.aquaculture.2004.09.015.

Assunção, M.F.G., Amaral, R., Martins, C.B., Ferreira, J.D., Ressurreição, S., Santos, S.D. and Santos, L.M.A., 2017. Screening microalgae as potential sources of antioxidants. *Journal of Applied Phycology*, 29: 865-877. DOI:10.1007/s10811-016-0980-7.

Banerjee, S., Hew, W.E., Khatoon, H., Shariff, M. and Yusoff, F.M., 2011. Growth and proximate composition of tropical marine *Chaetoceros calcitrans* and *Nannochloropsis oculata* cultured outdoors and under laboratory conditions. *African Journal of Biotechnology*, 10(8): 1375-1383. DOI: 10.5897/AJB10.1748.

Bengtson, D.A., Léger, P. and Sorgeloos, P., 1991. Use of Artemia as a food source for aquaculture. *Artemia Biology*, 11: 255-285. DOI:10.1201/9781351069892-11.

Chakraborty, R.D., Chakraborty, K. and Radhakrishnan, E.V., 2007. Variation in fatty acid composition of *Artemia salina* nauplii enriched with microalgae and baker's yeast for use in larviculture. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(10): 4043-4051. DOI: org/10.1021/jf063654l.

Chen, J.C., Lin, M.N., Ting, Y.Y. and Lin, J.N., 1995. Survival, haemolymph osmolality and tissue water of *Penaeus chinensis* juveniles acclimated to different salinities and temperature levels. *Comparative Biochemistry and Physiology*,

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.2.5]

110:253- 258. DOI: org/10.1016/0300-9629(94)00164-O.

Dazy, M., Jung, V., Férard, J. F. and 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. DOI: org/10.1016/j.chemosphere.2008.09.014.

Ghaeni, M., Matinfar, A., Soltani, M., Rabbani, M. and Vosoughi, A., 2011. Comparative effects of pure spirulina powder and other diets on larval growth and survival of green tiger shrimp, *Penaeus semisulcatus*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(2): 208-217.

Henderson, R.J., 1996. Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. *Archive Animal Nutrition*, 49(1), 5-22. DOI:org/10.1080/17450399609381859.

Herawati, V.E., Hutabarat, J. and Radjasa, O.K., 2014. Nutritional Content of *Artemia* sp. Fed with *Chaetoceros calcitrans* and *Skeletonema costatum*. *Journal of Biosciences*, 21(4):166-172. DOI: 10.4308/hjb.21.4.166.

Hrytsyniak, I., Smolyaninov, K., Yanovich, D., Vudmaska, I. and Yanovich, V., 2009. The biological role of n-3 polyunsaturated fatty acids and the peculiarities of their metabolism in freshwater fish. *Fishery Science of Ukraine*, 1: 83-87.

Jaseera, K.V., Sanal, E., Sayooj, P., Anusree, V.N. and Kaladharan, P., 2021. Dietary supplementation of microalgae, *Aurantiochytrium* sp. and co-feeding with Artemia enhances the growth, stress tolerance and survival in *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) post larvae. *Aquaculture*, 533: 736176. DOI:org/10.1016/j.aquaculture.2020.736176.

Ju, Z.Y., Forster, I.P. and Dominy, W.G., 2009. Effects of supplementing two species of marine algae or their fractions to a formulated diet on growth, survival and composition of shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture, 292(3-4): 237-243.

Khairy, H.M. and El-Sayed, H.S., 2012. Effect of enriched Brachionus plicatilis and *Artemia salina* nauplii by microalga *Tetraselmis chuii* (Bütcher) grown on four different culture media on the growth and survival of *Sparus aurata* larvae. *African Journal of Biotechnology*, 11(2): 399-415. DOI:10.5897/AJB11.2341

Kim, H.J., Miyazaki, M. and Ntambi, J.M., 2002. Dietary cholesterol opposes PUFA-mediated repression of the stearoyl-CoA desaturase-1 gene by SREBP-1 independent mechanism. *Journal of Lipid Research*, 43(10): 1750-1757. DOI: 10.1194/jlr.m100433-jlr200

Navarro, J.C. and Sargent, J.R., 1992. Behavioural differences in starving herring *Clupea harengus* L. Larvae correlate with body levels of essential fatty acids. *Journal of Fish Biology*, 41(3): 509-513.

Peixoto, M.J., Svendsen, J.C., Malte, H., Pereira, L.F., Carvalho, P., Pereira, R., Gonçalves, J.F. and Ozório, R.O., .2016.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.2.5]

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: org/10.1007/s10811-015-0736-9.

Pérez, L., Salgueiro, J.L., Maceiras, R., Cancela, Á. and Sanchez, Á., 2017. An effective method for harvesting of marine microalgae: pH induced flocculation. *Biomass and bioenergy*, 97**:** 20-26. DOI: org/10.1016/j.biombioe.2016.12.010.

Priyadarshani, I. and Rath, B., 2012. Commercial and industrial applications of micro algae–A review. *Journal of Algal Biomass Utilization*, 3(4): 89-100.

Prusiñska, M., Chepurkina, M., Wiszniewski, G., Duda, A. and Kolman, R., 2011. Preliminary results of rearing larval Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) fed live enriched feed. In: Zakêœ, Z., Demska-Zakêœ, K. and Kowalska, A., (ed) New species in aquaculture. Reproduction, rearing, prophylactics. (Eds.), IRS, Olsztyn, Polish. pp. 45-52

Radhakrishnan, S., Saravana Bhavan, P., Seenivasan, C., Shanthi, R. and Muralisankar, T., 2014. Replacement of fishmeal with *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris* and *Azolla pinnata* on non-enzymatic and enzymatic antioxidant activities of *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Basic and Applied Zoology*, 67(2): 25-33. DOI: org/10.1016/j.jobaz.2013.12.003.

Rekhad, C., 2007. Variation in fatty acid Composition of *Artemia salina* nauplii enriched with microalgae and baker's yeast for Use in larviculture. *Journal of Agriculture Food Chemistry Resource*, 18: 295-389.

Sargent, J.R., Bell, J.G., Henderson, R.J. and Tocher D.R., 1995. Requirement criteria for essential fatty acids. *Journal of Applied Ichthyology*, 11: 183-198. DOI: org/10.1111/j.1439-0426.1995.tb00018.x

Tocher, D., 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Review Fish Science*, 11(2): 107-184**.**

Wikifors, G.H., 2000. Microalgal culture. In: Stickney, R.R. (Eds.) Encylopedia of Aquaculture. John Wiley and Sons, New York. pp. 520-525

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

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.2.5]

Effect of enriched *Artemia urmiana* with *Chaetoceros* sp. microalgae on fatty acid composition and antioxidant status of *Litopenaeus vannamei*

Rigi Gonk S.P. [1]; Akbary P.[1*]

[*]paria.akbary@gmail.com

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

Abstract

The present study was conducted to evaluate the effect of enriched *Artemia urmiana* with *Chaetoceros* sp. microalgae on fatty acid composition and antioxidant status of *Litopenaeus vannamei* for two months. This study was conducted in a completely randomized design with 3000 post- larvae of shrimp (with an average weight of 0.36±0.03 g) in four treatments and three replicates (n=250 in each replicate), including a control group fed with un-enriched Artemia nauplius, other groups (treatment 2, 3, and 4) fed with Artemia nauplius enriched with *Chaetoceros* sp. microalgae with 442×10^4, 348×10^4 and 120×10^4 cell/mL densities respectively. The results showed that at the end of the experiment, the highest EPA (6.95± 0.35%) and DHA (7.91±1.07 %), arachidonic acid (AA; 6.28± 1.02%), *gamma*-Linolenic *acid* (0.87±0.12 %) and stearic acid (9.75±0.15 %) was showed in treatment 4. Also, the highest, superoxide dismutase (SOD, 26.12±2.18 Unit/mL), glutathione Peroxidase (GPx, 83.10±4.80 Unit/ mL), and catalase (CAT, 5.38±0.12 Unit/mL) shown in treatment 4 which showed significant difference compared to other treatments ($P<0.05$). Overall, the results of this study showed that treatments fed with enriched Artemia nauplius with different densities of *Chaetoceros* sp. microalgae showed better fatty acid composition and antioxidant status compared to those of the control. And the use of enriched Artemia nauplius with a density 120×10^4 cell/mL of *Chaetoceros* sp. microalgae are recommended in *Litopenaeus vanname* post larvae.

Keywords: *Artemia* nauplius, Fatty acid composition, Antioxidant status, *Chaetoceros* sp. microalgae, *Litopenaeus vannamei*

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.2.5]