مقاله علمی – پژوهشی:

تأثیر سطوح مختلف عصارهٔ اتانولی گیاه هالوفیت سالیکورنیا (*Salicornia persica*) در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، آنالیز لاشه و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی میگوهای جوان پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*)

سعیده بامری[۱]، کامران رضایی توابع[*۱]، غلامرضا رفیعی[۱]، زهرا امینی خوئی[۲]

[*]krtavabe@ut.ac.ir

۱- گروه آموزشی مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲- مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران.

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۹

چکیده

این تحقیق با هدف تعیین اثرات عصارهٔ اتانولی گیاه سالیکورنیا (*Salicornia persica*) بر شاخص‌های رشد، ترکیبات لاشه و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی میگوی‌های جوان پاسفید غربی انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل غلظت‌های صفر (شاهد)، ۱، ۳ و ۵ گرم عصارهٔ اتانولی سالیکورنیا به ازای هر کیلوگرم جیرهٔ پایه بود. هر تیمار دارای ۳ تکرار و در هر مخزن ۵۰ قطعه میگوی جوان ۱ گرمی پاسفید غربی ذخیره‌سازی شد. میگوهای جوان ۳ بار در روز به میزان ۵ درصد وزن بدن به مدت ۴۵ روز غذادهی شدند و هر دو هفته یک‌بار زیست‌سنجی انجام شد و در پایان دورهٔ آزمایش علاوه بر توزین کل میگوها در هر مخزن و به دست آوردن میانگین هر میگو ۵ قطعه میگو نیز به صورت تصادفی انتخاب و زیست‌سنجی شدند و شاخص‌های رشد، آنالیز ترکیبات وزن خشک کل لاشه و همچنین درصد پروتئین در وزن تر فیله و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بهترین عملکرد رشد در جیره حاوی ۵ گرم عصاره اتانول مشاهده شد ($p<۰/۰۵$) که میزان افزایش وزن بدن ۱۱۲ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. همچنین بر اساس نتایج، پروتئین وزن تر فیله (۶۰٪)، آنزیم سوپراکسیداز دیسموتاز (۱۸٪)، آنزیم گلوتاتیون پرکسیداز (۱۵۰٪) در تیمار ۵ گرمی عصارهٔ اتانولی گیاه سالیگورنیا در میگوها نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود. نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از عصارهٔ گیاه سالیکورنیا تأثیر مثبتی بر رشد، ترکیبات لاشهٔ و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی دارد و استفاده از عصارهٔ گیاه سالیکورنیا به میزان ۵ گرم در هر کیلوگرم غذا در مراکز پرورش میگوی پاسفید غربی توصیه می‌شود.

لغات کلیدی: آنتی اکسیدان، آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، پست لارو، کیفیت لاشه، مالون دی آلدهید

[*]**نویسنده مسئول**

مقدمه

در حال حاضر، پرورش میگوی پاسفید غربی در تولید آبزیان و اقتصاد بسیار قابل توجه می باشد و یکی از با ارزش‌ترین فعالیت‌ها در صنعت آبزی‌پروری است و در ده سال گذشته پرورش میگو در تولید پروتئین برای مصرف انسانی بسیار با اهمیت و رو به توسعه بوده است. تولید میگوی پاسفید غربی در سال ۱۹۸۳ در جهان ۳۳۸۰۲ تن و در سال ۲۰۱۸ مقدار آن به ۴۹۶۶۲۰۰ تن رسیده (FAO, 2020) و در ایران بر اساس سالنامه آماری شیلات ایران در سال ۹۵ میزان تولید میگو پرورشی آب شور ۲۱۳۳۱ تن بوده (سالنامه آماری شیلات ایران، سال ۱۳۹۵) و بر اساس آمارهای غیررسمی اعلام شده از طرف مسئولین سازمان شیلات کشور در مطبوعات در سال ۱۳۹۸ به ۴۵ هزار تن رسیده است. یکی از مشکلات پرورش آبزیان، استفاده بیش از اندازه مواد شیمیایی معدنی و آلی می‌باشد که اثر منفی زیادی بر منابع آبهای سطحی و محیط زیست دارد (Rezaei Tavabe *et al*., 2010, 2015; Tavabe *et al*., 2013; Rafiee *et al*., 2015) و همچنین استفاده بی‌رویه از آنتی بیوتیک‌ها سبب ایجاد پاتوژن‌های مقاوم به بیماری نیز می‌شود (Kumar *et al*., 2016; Rezaei Tavabe *et al*., 2018). میگوی پاسفید غربی به دلیل داشتن ویژگی‌هایی همچون سرعت بالای رشد و ضریب تبدیل غذایی پائین به طور فزاینده‌ای در سرتاسر جهان پرورش داده می‌شود (Perez Farfante and Kensley, 1997).

گیاهان دارویی دارای ترکیبات زیست‌فعالی هستند و از این گیاهان در صنعت آبزی‌پروری به عنوان محرک ایمنی و رشد، بهبود فعالیت سیستم ایمنی غیراختصاصی و مقاومت در برابر بیماری‌ها استفاده می‌شود (Hoseinifar *et al*., 2010). استفاده از عصارهٔ گیاهان باعث بهبود بیماری سندروم مدفوع سفید در میگوهای پاسفید غربی شده است (Ponce-Palafox *et al*., 2006). همچنین استفاده از عصارهٔ ماکروجلبک *Gracilaria tenuistipitat* باعث بهبود ایمنی و بازمانگی میگوی پاسفید غربی در مواجهه با بیماری لکه سفید (Lin *et al*., 2011) شده است. استفاده از عصارهٔ جلبک دونالیلا (*Dunaliella salina*) سبب بهبود علمکرد رشد و ترکیب اسیدهای چرب (اکبری و همکاران، ۱۳۹۹) و اثر عصارهٔ پلی‌ساکارید جلبک الوا (*Ulva rigida*) سبب بهبود عملکرد آنزیم‌های گوارشی، متابولیسم چرب، قند و سیستم ایمنی غیراختصاصی بدن این میگو شده است (اکبری و فدایی راینی، ۱۳۹۸). بیشتر گیاهان دارویی دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضد باکتریایی هستند و استفاده از ترکیبات گیاهی در تولیدات آبزیان طی سال‌های اخیر رشد زیادی داشته است (جنابی حق پرست و همکاران، ۱۳۹۳). ترکیبات زیست فعال موجود در گیاهان دارویی با القاء ترشح موثر آنزیم‌های گوارشی زمینه را برای هضم و جذب مواد غذایی فراهم می کنند و با افزایش میزان جذب نیتروژن، امکان جذب هرچه بهتر پروتئین‌ها را به درون سلول تسهیل می‌کند (Gandomi *et al*., 2009).

گیاه هالوفیت سالیکورنیا (*Salicornia persica*) گیاهی است شورپسند که به دلیل خصوصیات منحصربه‌فردی همچون مقاومت زیاد نسبت به شوری به عنوان گیاهی استراتژیک در برخی کشورها معرفی شده و به صورت سنتی مصارف خوراکی، دارویی و صنعتی داشته است (Choi *et al*., 2014). این گیاه در بخش‌های مرکزی، جنوب، شمال و شمال غربی ایران رشد می‌کند و دارای خاصیت آنتی اکسیدانی می‌باشد (Ghaffari *et al*., 2006). عصارهٔ این گیاه دارای ترکیبات آنتی‌آکسیدانی و فلاونوئیدی است و اسید چرب غالب این گونهٔ گیاهی اسید لینولئیک می‌باشد (Kim *et al*., 2011). همچنین روغن گونه مذکور دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای آنتی‌اکسیدان و ویتامین E می‌باشد (Choi *et al*., 2014). گیاه سالیکورنیا و عصارهٔ آن سرشار از نمک و مواد معدنی مانند منیزیم، کلسیم، پتاسیم و آهن است (Min *et al*., 2002). همچنین خاصیت ضد سرطانی و دیابتی (Lee *et al*., 2002) و ضد باکتریایی گیاه سالیکورنیا اثبات شده

است (Manikandan *et al.*, 2009). انتخاب جیره مناسب برای آبزیان بخصوص گونه‌های با ارزش اقتصادی از جمله میگو پاسفید غربی از اصلی‌ترین دغدغه‌های پرورش‌دهندگان است و با توجه به وفور گیاه سالیکورنیا در مناطق جنوبی و جنوب شرقی کشور و نیز اهمیت استفاده از عصارهٔ این گونه گیاهی و ترکیبات زیست فعال و خواص آن، تحقیق حاضر با هدف تعیین اثرات استفاده از عصارهٔ گیاه هالوفیت سالیکورنیا بر عملکرد رشد، ترکیبات لاشه و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در میگوهای جوونایل پاسفید غربی انجام گردید.

مواد و روش کار

میگو و شرایط پرورش آن

این تحقیق در تابستان ۱۳۹۶ در کارگاه تکثیر و پرورش مرکز تحقیقات آبهای دور چابهار به مدت ۴۵ روز انجام گرفت. بعد از دو هفته سازگاری میگوهای جوان یک گرمی با شرایط پرورش، میگوها به صورت کاملاً تصادفی در مخازن فایبرگلاس با ظرفیت ۷۰ لیتر در ۴ تیمار و ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۵۰ قطعه تقسیم‌بندی شدند. در طول دوره، میانگین اکسیژن محلول آب ۰/۵۰±۷ میلی گرم در لیتر، میزان شوری ۱±۴۱ گرم در لیتر و میزان pH ۸/۱±۰/۲ بود.

تهیه عصاره اتانولی سالیکورنیا: گیاه دارویی سالیکورنیا در اوایل مرداد ماه از سواحل چابهار با عرض جغرافیایی ۲۵ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۶۰ درجه شرقی و با ارتفاع ۷ متر از سطح دریا تهیه گردید و به کارگاه تکثیر و پرورش انتقال داده شد. در ابتدا گیاه سالیکورنیا با آب مقطر شست و شو شده و سپس در دمای آزمایشگاه خشک و سپس به پودر تبدیل شد. برای پودر کردن از بوتهٔ چینی استفاده شده و برای عصاره‌گیری از روش ماسراسیون[1] استفاده شد. بر اساس روش‌های استاندارد، در ابتد ۲۰ گرم پودر سالیکورنیا وزن گردید و سپس ۲۰۰ سی سی اتانول ۹۶ درصد به عنوان حلال به آن افزوده شد و به مدت ۷۲ ساعت برای حل شدن مواد مؤثره آن در محلول قرار داده شدند و بعد از آن از کاغذ صافی عبور داده شد و حلال پراکنی به وسیله دستگاه روتاری انجام شد.

آماده‌سازی جیرهٔ غذایی

جهت بررسی اثرات سطوح مختلف عصارهٔ سالیکورنیا با سطوح ۱، ۳ و ۵ گرم به ازاء هر کیلوگرم غذای میگوی پاسفید غربی اضافه گردید (به ازاء هر کیلوگرم غذا سطوح مختلف عصاره اضافه گردید). برای هر تیمار، عصاره سالیکورنیا وزن گردیده و بعد از آن ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به هر یک از سطوح عصاره سالیکورنیا اضافه گردید. سپس به صورت جداگانه روی غذای تجاری شرکت هوواراش بوشهر (پروتئین ۴۱-۳۹ درصد، چربی خام ۱۱-۷ درصد، کربوهیدرات ۳۰-۲۵ درصد، خاکستر ۱۳-۸ درصد، رطوبت ۱۰-۵ درصد، طول پلت ۳-۲ میلی کتر و قطر پلت ۱/۲ میلی‌متر) تهیه شده از مزارع پرورشی واقع در منطقه گواتر به صورت اسپری روی غذا (Gudipati, 2017) استفاده شد. به منظور یکسان سازی شرایط، در مورد تیمار شاهد (فاقد عصاره سالیکورنیا) نیز ۲۰ میلی لیتر آب مقطر (فاقد عصاره سالیکورنیا) بر روی یک کیلوگرم غذا اسپری شد. غذاهای آماده شده بر فویل آلومینیوم قرار داده شده و بعد از ۴۸ ساعت در دمای ۴۲ درجه خشک شدند. میگوهای جوان یک گرمی پاسفید غربی روزانه در ۳ نوبت در ساعت‌های ۸، ۱۴ و ۱۸ به میزان ۵-۳ درصد وزن بدن با غذای آماده شده تغذیه شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و تغذیه

در پایان دوره، پس از گرسنگی ۲۴ ساعتهٔ میگوها، از هر مخزن ۵ قطعه میگو انتخاب و وزن آنها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری گردید. برای بررسی شاخص‌هایی مانند وزن به‌دست آمده (WG)، افزایش وزن بدن (BWI)، نرخ رشد ویژه (SGR) و ضریب تبدیل

[1] - Maceration method

غذایی (FCR) از فرمول‌های ذیل استفاده گردید (Wangmi *et al*., 2009).

WG= وزن اولیه (گرم) – وزن نهایی (گرم)

BWI(%)= [میانگین وزن اولیه – میانگین وزن ثانویه] /وزن اولیه ×۱۰۰

SGR= [لگاریتم طبیعی وزن اولیه (گرم) – لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم)] /روزهای پرورش ×۱۰۰

FCR= افزایش وزن (گرم)/غذای مصرف شده (گرم)

آنالیز ترکیبات لاشه، میگوهای جوان از هر مخزن به تعداد ۵ قطعه به آزمایشگاه منتقل شدند و سپس آنالیز پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر در وزن خشک کل لاشه (همراه با پوسته) انجام شد. همچنین تعدای از میگوها سر و دم و پوسته میگو جداسازی و میزان پروتئین در ۵ گرم وزن تر فیله نیز در تیمارها اندازه‌گیری و مورد مقایسه قرار گرفت. پروتئین با دستگاه کلدال (K1100, HANON Co., South Korea) و چربی به روش سوکسله اندازه گیری شد. رطوبت با قراردادن میگوهای جوان در آون (DZF-6020, ZENITH LAB Co., China) در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲-۴۸ ساعت انجام گردید و برای تعیین خاکستر، نمونه خشک و آسیاب شده میگوهای جوان در دمای ۶۰۰-۴۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت در کوره الکتریکی (FD20, Shimaz Co., Iran) قرار داده شدند (AOAC, 1995). برای سنجش پروتئین کل با استفاده روش Biuret (Zheng *et al*., 2017) و با استفاده از کیت تجاری ELITech ساخت فرانسه انجام شد. جهت اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، از کیت‌های شرکت Biorex, UK (کد کیت برای آنزیم سوپراکسید دیسموتاز NS- 15032 و آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز NS- 15083) استفاده شد.

روش تجزیه و تحلیل آماری داده ها

قبل از انجام آنالیز واریانس، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk بررسی شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه آماری SPSS (V. 17.O) و برای آنالیز از تجزیه واریانس یک طرفه (One- way ANOVA) استفاده شد. مقایسهٔ میانگین تیمارهای مختلف با سطح معنی داری ($p<۰/۰۵$) با آزمون دانکن انجام گرفت و برای رسم شکل‌ها از نرم افزار Excel 2013 استفاده گردید.

نتایج

شاخص‌های رشد بعد از ۴۵ روز غذادهی میگوهای پاسفید غربی با جیره‌های حاوی عصاره سالیکورنیا در جدول ۱ ارائه داده شده است. وزن نهایی، وزن کسب شده، افزایش وزن بدن، نرخ ضریب رشد ویژه در میگوهای تغذیه شده با جیره غذایی حاوی عصاره ۵ گرمی اتانول دارای بیش‌ترین مقدار بود و تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار شاهد بود ($p<۰/۰۵$).

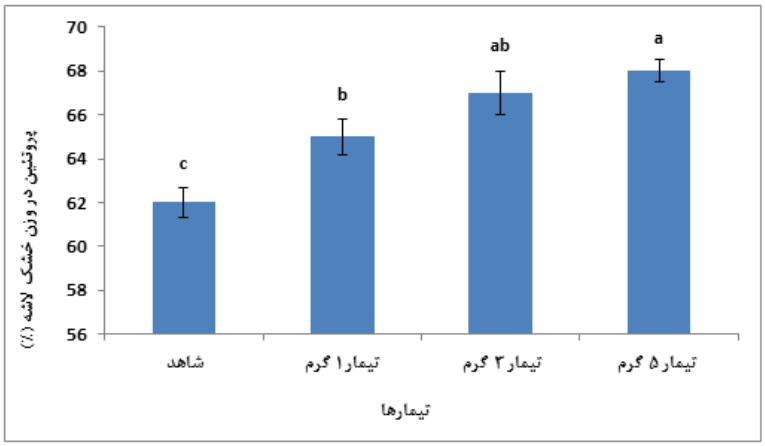
جدول ۱: اثر سطوح مختلف عصاره سالیکورنیا جیره بر شاخص‌های رشد و تغذیه پست لارو میگوی پاسفید غربی در طی ۴۵ روز پرورش (میانگین±خطای استاندارد)

Table 1. Effect of different levels of *Salicornia* extract on growth indices of white leg shrimp PL during experimental period (M±SD)

شاخص‌های رشد	تیمارهای عصاره اتانولی سالیکورنیا (گرم عصاره در کیلوگرم غذای میگو)			
	صفر (شاهد)	۱ گرم	۳ گرم	۵ گرم
وزن اولیه (g)	۱	۱	۱	۱
وزن نهایی (g)	۱/۵۸±۰/۰۹^{C}	۲/۰۵±۰/۱۲^{b}	۲/۱۷±۰/۰۶^{b}	۲/۷۱ ±۰/۱^{a}
افزایش وزن بدن(%)	۵۸/۳±۹/۹^{c}	۱۰۵/۵±۱۲/۳^{b}	۱۱۷/۶ ±۶/۶^{b}	۱۷۰/۵±۱۰/۲^{a}
نرخ رشدویژه (%/day)	۱/۰۱±۰/۱۳^{c}	۱/۵۹±۰/۱۳^{b}	۱/۷۲±۰/۰۶^{b}	۲/۲۱±۰/۰۸^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۴/۴۱ ±۰/۲۶^{d}	۳/۷۹±۰/۲۲^{c}	۲/۷۱±۰/۰۸^{b}	۱/۸۵±۰/۰۶^{a}

حروف غیر مشابه لاتین اختلاف معنی‌دار تیمارها را در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد ($p <۰/۰۵$).

نتایج حاصل از تأثیر استفاده از سطوح مختلف عصاره سالیکورنیا بر ترکیبات لاشه میگوهای جوان پاسفید غربی در انتهای دوره پرورش در شکل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است. مقدار پروتئین خام لاشه در انتهای دوره پرورش در تیمارهای مختلف روند افزایشی داشته است و بیش‌ترین مقدار مربوط به جیره حاوی ۵ گرم اتانول بود و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$) (شکل ۱). بیش‌ترین مقدار چربی در تیمار ۵ گرمی و کمترین مقدار در تیمار شاهد مشاهد گردید و بین تیمار یک گرمی و سه گرمی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($p<۰/۰۵$) (شکل ۲). بیشترین مقدار رطوبت مربوط به تیمار شاهد و کمترین مقدار رطوبت مربوط به تیمار ۵ گرمی بود و اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و سایر تیمارها وجود داشت ($p<۰/۰۵$) (شکل ۳). نتایج مقدار خاکستر لاشه در انتهای دوره پرورش نشان داد اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۵ گرمی و سایر تیمارها وجود دارد. کمترین مقدار مربوط تیمار شاهد و بیش‌ترین مقدار ۵ گرمی بود ($p<۰/۰۵$) (شکل ۴).

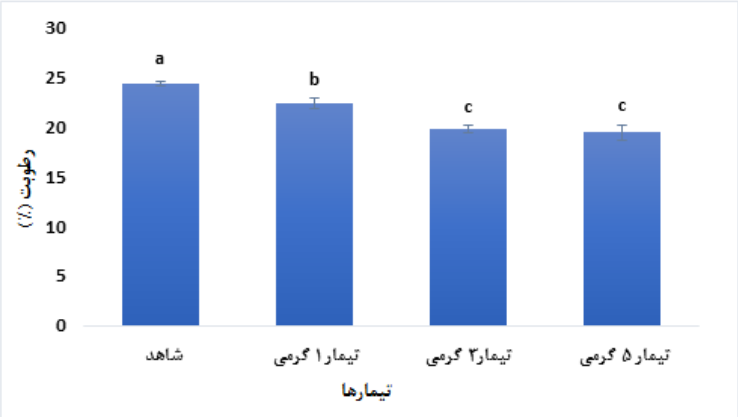


شکل ۱: تغییرات مقدار پروتئین در وزن خشک لاشه میگوی پاسفید غربی در تیمارهای مختلف. حروف غیر مشابه لاتین اختلاف معنی‌دار تیمارها را در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

Figure 1: The amount of protein in white leg shrimp dry carcass at different treatments. Different letters indicate significant difference among the treatments.

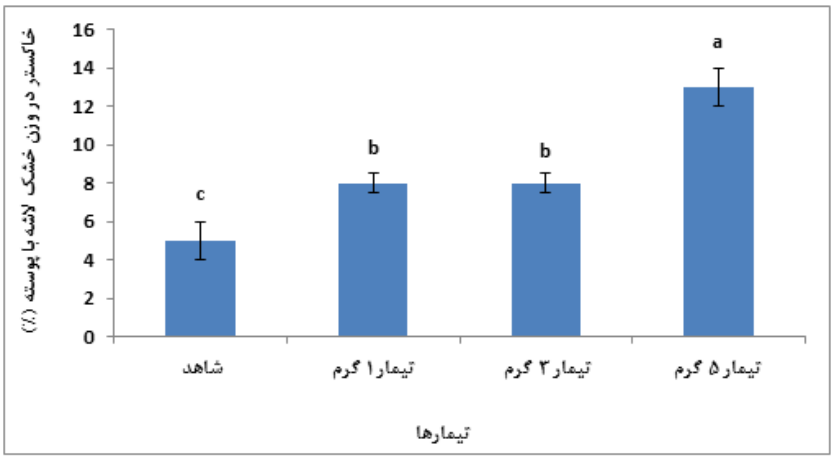
شکل ۲: تغییرات مقدار چربی در وزن خشک لاشه میگوی پاسفید غربی در تیمارهای مختلف. حروف غیر مشابه لاتین اختلاف معنی‌دار تیمارها را در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

Figure 2: The amount of fat in white leg shrimp dry carcass at different treatments. Different letters indicate significant difference among the treatments.



شکل ۳: تغییرات مقدار رطوبت در وزن خشک لاشه میگوی پاسفید غربی در تیمارهای مختلف. حروف غیر مشابه لاتین اختلاف معنی‌دار تیمارها را در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

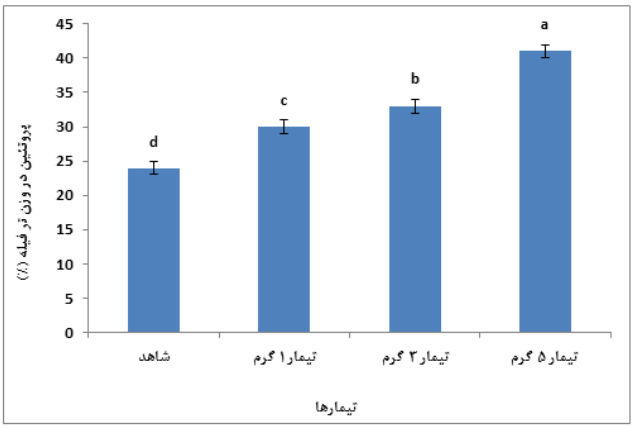
Figure 3: The moisture content of white leg shrimp dry carcass at different treatments. Different letters indicate significant difference among the treatments.



شکل ۴: تغییرات مقدار خاکستر در وزن خشک لاشه میگوی پاسفید غربی در تیمارهای مختلف. حروف غیر مشابه لاتین اختلاف معنی‌دار تیمارها را در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

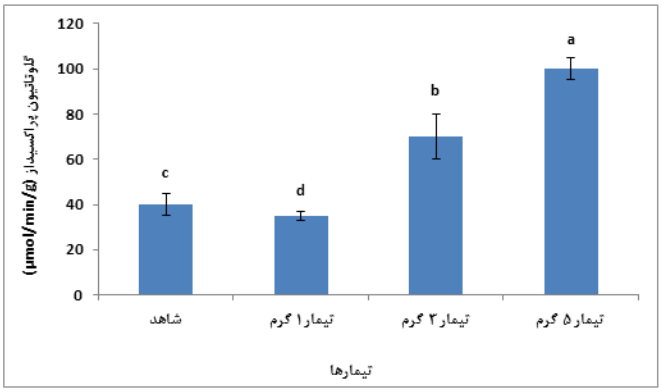
Figure 4: The amount of ash in white leg shrimp carcass at different treatments. Different letters indicate significant difference among the treatments.

نتایج حاصل از تأثیر استفاده از سطوح مختلف عصاره سالیکورنیا بر پروتئین موجود در بافت و آنزیم‌های آنتی اکسیدانی میگوی پاسفید غربی در انتهای دوره پرورش در شکل‌های ۵، ۶، ۷ و ۸ نشان داده شده است. همان‌طوری‌که در شکل ۴ نشان داده شده است، مقدار پروتئین در تیمارهای مختلف روند افزایشی داشته است و اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۵، ۳ و ۱ گرمی با تیمار شاهد قابل مشاهده بود و بیشترین مقدار پروتئین مربوط به تیمار ۵ گرمی بود ($p<۰/۰۵$) (شکل ۵). بهترین عملکرد آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در تیمار ۵ گرمی اتانول مشاهد شد($p<۰/۰۵$) (شکل ۶). و همچین میگوهای تغذیه شد با جیره حاوی ۵ گرم عصاره سالیکورنیا بهترین عملکرد آنزیم سوپراکسیداز دیسموتاز را از خود نشان دادند ($p<۰/۰۵$) (شکل۷). کمترین مقدار مالون دی آلدهید در تیمار ۵ گرمی مشاهد شد و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها از خود نشان داد ($p<۰/۰۵$) (شکل۸).



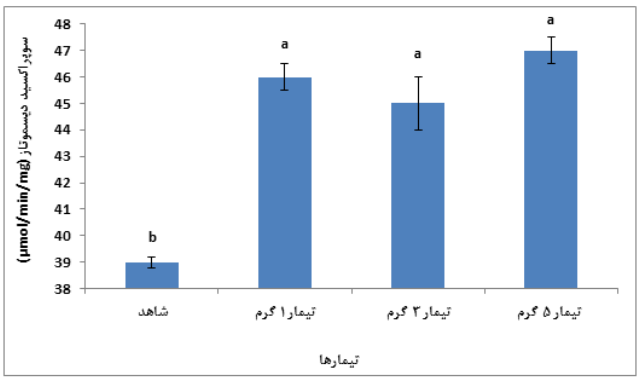
شکل ۵: تغییرات میزان پروتئین در وزن تر فیله میگوی پاسفید غربی در تیمارهای مختلف. حروف غیر مشابه لاتین اختلاف معنی‌دار تیمارها را در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

Figure 5: Changes in protein content of white leg shrimp muscle at different treatments. Different letters indicate significant difference among the treatments.



شکل ۶: تغییرات میزان گلوتاتیون پراکسیداز در عضله میگوی پاسفید غربی در تیمارهای مختلف. حروف غیر مشابه لاتین اختلاف معنی‌دار تیمارها را در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

Figure 6: Changes in glutathione peroxidase content of white leg shrimp muscle at different treatments at the end of 45 days. Different letters indicate significant difference among the treatments.



شکل ۷: تغییرات میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسیداز دیسموتاز در عضله میگوی پاسفید غربی. حروف غیر مشابه لاتین اختلاف معنی‌دار تیمارها را در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

Figure 7: Changes in Superoxide dismutase content of white leg shrimp muscle at different treatments. Different letters indicate significant difference among the treatments.

شکل ۸: تغییرات میزان مالون دی آلدئید در عضله میگوی پاسفید غربی در تیمارهای مختلف (بر حسب میکرومول بر گرم بافت). حروف غیر مشابه لاتین اختلاف معنی‌دار تیمارها را در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

Figure 8: Changes in Malondialdehyde content of white leg shrimp muscle at different treatments. Different letters indicate significant difference among the treatments.

بحث

بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری در بین میانگین شاخص‌های مختلف در تیمارهای دریافت کننده سطوح متفاوت عصارهٔ سالیکورنیا طی دوره پرورش و در پایان ۴۵ روز نشان داده شد. افزودن ۵ گرم عصارهٔ اتانولی در جیره غذای میگوی‌های جوان پا سفید غربی (*L. vannamei*) در طول دورهٔ آزمایش، اثر معنی‌داری بر افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و کاهش ضریب تبدیل غذایی داشت و باعث افزایش وزن بدن، نرخ ضریب رشد ویژه شد. همچنین کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی در میگوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۵ گرم اتانول مشاهد شد ($p<۰/۰۵$). در مقایسه نتایج تحقیق حاضر با مطالعات Ríos-Durán و همکاران (۲۰۱۳) جایگزین کردن تا ۵۰ درصد پودر سالیکورنیا (نه عصاره سالیکورنیا) به جای پروتئین ماهی همراه با ۲ درصد کلسترول در جیره غذایی ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) باعث افزایش وزن و نرخ رشد ویژه شد و ضریب تبدیل غذایی ماهیانی که با جیره غذایی حاوی سالیکورنیا تغذیه شده و ماهیانی که با جیره شاهد تغذیه شدند، تفاوت معنی‌داری نداشتند. گیاهان دارویی به رغم اینکه دارای مواد زیست‌فعال مفید برای گونه‌های مختلف آبزیان هستند، اما دارای مواد ضد تغذیه‌ای نیز هستند که در بسیاری از مواقع این مواد ضد تغذیه‌ای بر عملکرد رشد گونهٔ آبزی تأثیر منفی می‌گذارد (Lin *et al.*, 2011). در تحقیق حاضر با افزایش سطح عصاره گیاه سالیکورنیا، تأثیر معنی‌دار و مثبتی در عملکرد رشد این گونه مشاهده گردید. این نتایج را می‌توان به ترکیبات زیست فعال آنتی‌اکسیدانی موجود در گیاه سالیکورنیا و سایر گیاهان دارویی، بهینه بودن جیره و نیز استفاده از نوترینت‌های موجود در غذا نسبت داد. برای مثال، Penaflorida (۱۹۹۵) گزارش کرد که استفاده از عصاره برگ پاپایا در جیره غذایی میگوی ببری سیاه (*Penaeus monodon*) باعث افزایش وزن، ضریب رشد ویژه و بهبود ضریب تبدیل غذایی شده است که علت آن به دلیل وجود ترکیبات زیست فعال مفید در بهبود ایمنی بدن این گونه میگو می‌باشد.

در مطالعه حاضر، افزودن ۵ گرم عصاره اتانولی به جیره غذایی میگوهای جوان پاسفید غربی سبب افزایش مقدار پروتئین فیله گردید. بر اساس نتایج مطالعات Ríos-Durán و همکاران (۲۰۱۳) جایگزین کردن پودر گیاه سالیکورنیا تا ۵۰ درصد به جای پروتئین ماهی در جیره غذایی ماهی تیلاپیا (*O. niloticus*) باعث افزایش پروتئین در ترکیبات لاشه ماهی شد. همچنین در مطالعهٔ Ji و همکاران (۲۰۰۷) ترکیبی از گیاهان دارویی مختلف در جیره غذایی کفشک ماهی ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) استفاده کردند و ترکیبات لاشه را مورد بررسی قرار دادند که تفاوت معنی‌داری در بین گروهای

تغذیه شده باگیاهان دارویی و گروه شاهد مشاهده نشد. Yu و همکاران (۲۰۰۹) نیز از گیاهان دارویی مختلف همراه با پروبیوتیک باسلیوس در جیره غذای میگوی پاسفید غربی استفاده کردند. اما در رطوبت، چربی، خاکستر، پروتئین تغییری ایجاد نشد. همچنین Farahi و همکاران (۲۰۱۲) از عصارهٔ گیاه فرنجمشک و آلوئه‌ورا در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhyynchus mykiss*) استفاده کردند که بر ترکیبات لاشه بدن قزل آلای رنگین کمان تأثیری نداشت. از جمله علل احتمالی بهبود ترکیبات لاشه در نتایج این تحقیق را می‌توان به اثر مثبت گیاه هالوفیت سالیکورنیا بر عملکرد متابولیسم، تسریع در هضم و جذب میگو دانست. زیرا پودر گیاه سالیکورنیا سبب بهبود شرایط متابولیسم و کاهش فاصله بین دو دفع مواد غذایی در آبزیان می‌شود (Ríos-Durán *et al.*, 2013).

عصاره گیاه سالیکورنیا در جیره غذایی میگوهای جوان پاسفید غربی طی دورهٔ آزمایش، اثر معنی‌داری بر عملکرد آنزیم گلوتاتیون پرکسیداز، سوپر اکسیداز دیسموتاز داشت و سبب افزایش سطوح آنها شد. به طور کلی، بالا رفتن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در بدن آبزیان فرایند مثبتی نیست، زیرا در بدن آبزیان رادیکال‌های آزاد تشکیل شده و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی جهت از بین بردن این رادیکال‌ها فعال می‌شوند (Jiravanichpaisal *et al.*, 2006). نتایج نشان داد که مقدار مالون دی آلدئید در میگوهای تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۵ گرم عصاره اتانولی کاهش یافت. مطالعه Radhakrishnan و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که استفاده از عصارهٔ ترکیبی گیاهان دارویی سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در عضله میگوی بزرگ آب شیرین شده است. همچنین Liu و همکاران (۲۰۱۰) از ۰/۵ درصد، ۰/۱ درصد و ۰/۴ درصد عصارهٔ گیاه *Rheum officinale* در جیرهٔ غذایی میگوی بزرگ آب شیرین استفاده کردند و تغذیه با عصارهٔ این گیاه باعث افزایش فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی میگوی بزرگ آب شیرین شد که علت آن تشکیل احتمالی رادیکال‌های آزاد در بافت‌های بدن میگوی آب شیرین با ترکیبات ضد تغذیه‌ای می‌باشد. این امر در حالتی است که میگوهای آب شیرین به طور کلی، در آبهای شیرین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی محدودتری نسبت به سایر سخت پوستان عالی دارند (Rezai Tavabe *et al.*, 2015, 2017). در مطالعه Liu و همکاران (۲۰۱۱) سطوح مختلف عصارهٔ گیاه *Panax ginseng* در جیره غذایی میگوی پاسفید غربی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل از آن نشان داد که افزودن عصارهٔ این گیاه سبب افزایش فعالیت سوپراکسیداز دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و کاهش فعالیت مالون دی آلدئید می شود. نتایج بدست آمده را می‌توان به این ویژگی گیاهان که دارای ترکیبات زیست‌فعال فلاونوئیدی هستند، نسبت داد. به طور کلی، بر اساس نتایج به‌دست آمده، عصارهٔ گیاه سالیکورنیا از سویی، سبب بهبود عملکرد رشد و کیفیت لاشه در میگوی جوان پاسفید غربی و از سوی دیگر نیز تا حدودی باعث افزایش عملکرد آنزیم‌های آنتی‌آکسیدانی می‌شود. بهبود رشد به ترکیبات زیست فعال بهبود ایمنی در گیاه سالیکورنیا شامل گالانین، کیورستین، نارنجین، کمپفرول و ایزوکوریستین (Bertin *et al.*, 2014) باز می‌گردد. از سوی دیگر، بالا رفتن فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به وجود ۱۵ ترکیب فنولی در گونه‌های جنس سالیکورنیا (Bertin *et al.*, 2014) مربوط می‌شود. به طور کلی، استفاده از عصارهٔ گیاه سالیکورنیا به میزان ۵ گرم در هر کیلوگرم غذا در مراکز پرورش میگوی پاسفید غربی توصیه می‌شود. با وجود این تحقیقات بیشتر در خصوص ترکیبات زیست فعال دقیق‌تر گونهٔ گیاهی سالیکورنیای ایرانی و همچنین عملکرد بیوشیمیایی ترکیبات این گیاه در بافت‌های مختلف عضله، هپاتوپانکراس و آبشش میگوی پاسفید غربی در مطالعات آتی ضروری است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مقاله از تمامی کسانی که در مراحل انجام پروژه حاضر همکاری و مساعدت کردند به‌خصوص آقای جدگال و مسئولین محترم مرکز تحقیقاتی آبهای دور (چابهار) – موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

اکبری، پ.، علی، م.، غلامحسینی ا. و امینی خویی.، ز.، ۱۳۹۹. عملکرد رشد و ترکیب اسیدهای چرب در میگوی پا سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره جلبک دونالیلا (*Dunaliella salina*). مجله علمی شیلات ایران. ۱۳۹۹، ۲۹ (۴) :۶۱-۷۱.

اکبری، پ. و فدایی راینی، ر.، ۱۳۹۸. اثر عصاره پلی ساکارید جلبک الوا (*Ulva rigida*) بر فعالیت آنزیم های گوارشی و فراسنجه های بیوشیمیایی میگوی پاسفید غربی (*Litopeneaus vannamei*). مجله علمی شیلات ایران، ۲۸ (۴): ۱۶۲-۱۵۱.

جنابی حق پرست، ر.، مشکینی، س. و توکمه چی، ا.، ۱۳۹۳. اثرات پروبیوتیک باکتوسل و پری بیوتیک مانان الیگوساکارید بر رشد و ایمنی در ماهی قزل آلای رنگین کمان. مجله تحقیقات دامپزشکی (دانشگاه تهران)، ۶۹ (۴): ۳۸۲-۳۷۵.

سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۵-۱۳۹۱. انتشارات سازمان شیلات ایران، دفتر برنامه و بودجه، گروه آمار و مطالعات توسعه شیلاتی، ۶۴ ص.

AOAC (association of official Analytical chemists), 1995. Official methods of analysis of AOAC International, Arlington, Virginia, USA. 1298P.

Bertin, R.L., Gonzaga, L.V., Borges, G.S.C., Azevedo, M.S., Maltez, H.F., Heller, M., Micke, G.A., Tavares, L.B.B. and Fett, R., 2014. Nutrient composition and, identification/quantification of major phenolic compounds in *Sarcocornia ambigua* (Amaranthaceae) using HPLC–ESI-MS/MS. Food Research International, 55: 404-411. DOI: DOI:10.1016/j.foodres.2013.11.036

Choi, D., Lim, G.S., Piao, Y.L., Cho, K.A. and PARK C.B., 2014. Characterization, stability, and antioxidant activity of *Salicornia herbaciea* seed oil. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 31(12): 2221-8. DOI: 10.1007/s11814-014-0163-7

FAO (Food and Agriculture Organizations of United Nations), 2020. The state of world fisheries and aquaculture, Rome, Italy.

Farahi, A., Kasiri, M., Sudagar, M., Soleimani Iraei, M. and Zorriehzahra, S.M.J., 2012. Effect of dietary supplementation of *Melissa officinalis* and *Aloe vera* on hematological traits, lipid oxidation of carcass and performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Online Journal of Animal and Feed Research*, 1: 1-5.

Gandomi, H., Misaghi, A. and Basti, A.A., 2009. Effect of *Zataria multiflora* Boiss. Essential oil on growth and aflatoxin formation by *Aspergillus flavus* in culture media and cheese. *Food and Chemical Toxicology*, 47: 2397-2400. DOI: 10.1016/j.fct.2009.05.024

Ghaffari, S., Saydrasi, L., Ebrahimzadeh, H. and Akhani H., 2006. Chromosome numbers and karyotype analyses of specie of subfamily Salicornioideae (Chenopodiaceae) from Iran. *Iranian Journal of Botany*, 12(2): 128-133.

Gudipati, V., 2017. Role of Plant Extracts as Natural Additives in Fish and Fish Products - A Review. *Fishery Technology*, 54: 145-154.

Hoseinifar, H., Zare, P. and Merrifield, D.L., 2010. The effect of inulin on growth

factors and survival of the Indian white shrimp larvae and Postlarvae of the Indian white shrimp larvae and Postlarvae. *Aquaculture Research*, 41(9): 348-e352. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2010.02485.x

Ji, S.C., Jeong, G.S., Gwang-Soon, I.M., Lee, S.W., Yoo, J.H. and Takii, K., 2007. Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization, and stress recovery of Japanese flounder. *Fisheries Science*, 73(1): 70-76. DOI: 10.1111/j.1444-2906.2007.01303.x

Jiravanichpaisal, P., Lee, B.L. and Soderhall, K., 2006. Cell-mediated immunity in arthropods: Hematopoiesis, coagulation, melanization and opsonization. *Immunobiology*, 211: 213-236. DOI: 10.1016/j.imbio.2005.10.015

Kim, J.Y., Cho, J.Y., Ma, Y.K., Park, K.Y., Lee, S.H., Ham, K.S. and Moon, J.H., 2011. Dicaffeoylquinic acid derivatives and flavonoid glucosides from glasswort (*Salicornia herbacea L.*) and their antioxidative activity. *Food Chemistry*, 125(1): 55-62. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.08.035

Kumar, V., Roy, S., Meena, D.K. and Sarkar, U.K., 2016. Application of probiotics in shrimp aquaculture: importance, mechanisms of action, and methods of administration. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*, 24(4): 342-368. DOI: 10.1080/23308249.2016.1193841

Lee, J.T., Jeong, Y.S., and An, B.J., 2002. Physiological activity of *Salicornia herbacea* and its application for cosmetic materials. *The Korea Journal of Herbology*, 17(2): 51-51.

Lin, Y.C., Yeh, S.T., Li, C.C., Chen, L.L., Cheng, A.C. and Chen, J.C., 2011. An immersion of *Gracilaria tenuistipitata* extract improves the immunity and survival of white shrimp *Litopenaeus vannamei* challenged with white spot syndrome virus. *Fish and Shellfish Immunology*, 31: 1239-1246. DOI: 10.1016/j.fsi.2011.07.021

Liu, B., Ge, X., He, Y., Xie, J., Xu, P., He, Y. and Chen, R., 2010. Effects of anthraquinones extracted from *Rheum officinale* bail on the growth, non-specific immune response of *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 310(1-2): 13-19. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.09.020

Liu, X.L., Xi, Q.Y., Yang, L., Li, H.Y., Jiang, Q.Y., Shu, G. and Zhang, Y.L., 2011. The effect of dietary *Panax ginseng* polysaccharide extract on the immune responses in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish and Shellfish Immunology*, 30(2): 495-500. DOI: 10.1016/j.fsi.2010.11.018

Manikandan, T., Neelakandan, T. and Rani, G.U., 2009. Antibacterial activity of *Salicornia brachiata*, a halophyte. U. Antibacterial activity of *Salicornia brachiata*, a halophyte. *Journal of Phytology*, 1: 441-443.

Min, J.G., Lee, D.S., Kim, T.J., Park, J.H., Cho, T.Y. and Park, D.I., 2002. Chemical Composition of *Salicornia herbacea* L.

Preventive Nutrition and Food Science, 7(1): 105-107.

Penaflorida, V.D., 1995. Effect of papaya leaf meal on the *Penaeus monodon* post larvae. *Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh*, 47(11): 25-33.

Perez Farfante, I.S. and Kensley, B., 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. Editions du Museum national Histoire naturelle, Paris, France. 233 P.

Ponce-Palafox, J.T., Arredondo-Figueroa, J. and Vernon-Carter, E.J., 2006. Carotenoids from plants used in diets for the culture of the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 5: 157-165.

Radhakrishnan, S., Bhavan, P.S., Seenivasan, C., Shanthi, R. and Poongodi, R., 2014. Influence of medicinal herbs (*Alteranthera sessilis, Eclipta alba and Cissus quadrangularis*) on growth and biochemical parameters of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture international*, 22(2): 551-572. DOI: 10.1007/s10499-013-9666-1

Rafiee, G., Tavabe, K.R., Frinsko, M. and Daniels, H., 2015. Effects of various sodium adsorption ratio (SAR) mediums on larval performance of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Aquaculture Research*, 46: 725-735. DOI: 10.1111/are.12219

Rezaei Tavabe, k., Zare Chahouki, M.A., Yazdanpanah, A. and Vazirzadeh, A., 2010. Limnological and pollution study of Shahdadroud River, Kerman Province. *Desert*, 14: 21-26.

Rezaei Tavabe, K., Rafiee, G., Frinsko, M. and Daniels, H., 2015. Interactions of different sodium and potassium concentrations on *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) offspring quality parameters. *Aquaculture Research*, 46: 2615-2627. DOI: 10.1111/are.12414

Rezaei Tavabe, K., Rafiee, G., Shoeiry, M.M., Houshmandi, S., Frinsko, M. and Daniels, H., 2015. Effects of Water Hardness and Calcium: Magnesium Ratios on Reproductive Performance and Offspring Quality of *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 46: 519-530. DOI: 10.1111/jwas.12217

Rezaei Tavabe, K., Rafiee, G., Frinsko, M. and Daniels, H., 2017. Comparing Na/K-ATPase activity of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) larvae at specific developmental stages, using different sodium vs potassium and calcium vs magnesium concentrations, and sodium potassium adsorption ratio (SPAR) mediums. *Aquaculture*, 479: 619-625. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2017.07.001

Rezaei Tavabe, K., Rafiee, G., Elhaghi, K., Mirvaghefi, A. and Javanshir, A., 2018. Investigation of different treated urban wastewater concentrations effects on blood factors, cortisol hormone, liver and gill tissues of Common carp (*Cyprinus carpio*). *Hormoz-jae*, 8: 1-13.

Ríos-Durán, M.G., Valencia, I.R., Ross, L.G. and Martinez-Palacios, C.A., 2013. Nutritional evaluation of autoclaved *Salicornia bigelovii* Torr. seed meal supplemented with varying levels of cholesterol on growth, nutrient utilization and survival of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture International*, 21(6): 1355-1371.

Tavabe, K.R., Rafiee, G., Frinsko, M. and Daniels, H., 2013. Effects of different calcium and magnesium concentrations separately and in combination on *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) larviculture. *Aquaculture*, 412–413: 160-166. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2013.07.023

Wangmi, K.Y., Zheng, Z., Jinag, R. and Xie, N., 2009. Replacing fish meal with rendered animal protein ingredients in diets for Malabar grouper, *Epinephelus malabaricus*, reared in net pens. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40: 67-75.

Yu, M.C., Li, Z.J., Lin, H.Z., Wen, G.L. and Ma, S., 2009. Effects of dietary medicinal herbs and Bacillus on survival, growth, body composition, and digestive enzyme activity of the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture International*, 17(4): 377-384. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2008.00227.x

Zheng, K., Wu, L., He, Z., Yang, B. and Yang, Y., 2017. Measurement of the total protein in serum by biuret method with uncertainty evaluation. *Measurement*, 112: 16-21. DOI: 10.1016/j.measurement.2017.08.013

Effect of different levels of ethanolic extract of *Salicornia persica* halophytic plant on growth indices, body composition and antioxidant enzymes activities of the *Litopenaeus vannamei* shrimp

Bameri, S.[1], Rezaei Tavabe, K.*[1], Rafiee, Gh.[1], Amini Khoei, Z. [2]

*Email:krtavabe@ut.ac.ir

1- Department of Fisheries, Natural Resources Faculty of Tehran University, Karaj, Iran.
2- Off- shore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Chabahar, Iran.

Abstract

The main objective of the current study was to investigate the effects of ethanolic extract of the *Salicornia* plant on growth indices, body composition and immunity of the western white leg shrimp juveniles. Experimental treatments consisted of 0 (control), 1, 3 and 5 grams of ethanolic *salicornia* extract per kg of base diet. Each treatment consisted of triplicates containing 50 juveniles at each tank. Shrimp were fed 3 times daily about 5% of body weight for 45 days experimental period. At the end of the experiment period, 5 shrimp from each tank were randomly selected and growth parameters, body composition analysis and immunity indices were measured. The results showed that there was a significant difference in each of the measured growth indices between the control and other treatments and the best performance was observed in the diet containing 5 grams of ethanolic extract ($p<0.05$). Body compositions and immunity indices results showed that the best performance was related to 5 g ethanol treatment and had a significant difference with other treatments ($p<0.05$). The output of the current research revealed that the usage of the *Salicornia* extract has positive effects on growth, body composition and immunity of the western white leg shrimp. Therefore, usage of *salicornia* extract of 5 g/Kg is recommended in the shrimp farms.

Keywords: Antioxidant, Superoxide dismutase enzyme, Postlarvae, Carcass quality, Malondialdehyde.

*Corresponding author