مقاله علمی–پژوهشی:

اثر عصاره و فوکوئیدان جلبک سارگاسوم (*Sargassum* sp.) بر شاخص‌های رشد، ایمنی و آنتی اکسیدانی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*)

مجید خانزاده[۱]، آریا وزیرزاده*[۱و۲]، احمد فرهادی [۱و۲]

*vazirzadeh@shirazu.ac.ir

۱- بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۲- هسته فناور هیدروبیولوژی و زیست‌فناوری آبزیان، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۸

چکیده

تقویت‌کننده‌های سیستم ایمنی و رشد با منشا جلبکی جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها و مواد شیمیایی در آبزی پروری هستند. در این تحقیق اثر عصاره و فوکویدان استخراج شده از جلبک سارگاسوم بر رشد و ایمنی ۳۱۵ قطعه تیلاپیای نیل با میانگین وزن ۵± ۲۵ گرم به مدت ۶۰ روز در ۷ گروه و ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل فوکویدان و عصاره در سطوح ۰/۵٪، ۱٪، ۲٪ و گروه فاقد فوکویدان و عصاره جلبکی به عنوان شاهد بودند. برای بررسی فراسنجه‌های رشد و ایمنی، نمونه‌برداری طی روزهای سی‌ام و شصت‌ام انجام شد. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد، فوکوئیدان و عصاره حاصل از جلبک سارگاسوم طی شصت روز غذادهی تاثیر معناداری بر میزان وزن بدست آمده، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی نداشت ($p\geq$۰/۰۵). میزان لیزوزیم نیز در هر دو نمونه‌برداری بین گروه‌های مختلف تفاوت معناداری نداشت ($p\geq$۰/۰۵). همچنین در میزان پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین، کلسترول و تری‌گلیسیرید سرم، آلکالین فسفاتاز، آلانین‌آمینوترانسفراز و آسپارات‌آمینوترانسفراز طی ۲ دوره نمونه‌برداری بین گروه‌های مختلف تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p\geq$۰/۰۵). نتایج فراسنجه‌های پاداکسندگی از قبیل آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز و کاتالاز تفاوت معناداری را در گروه‌های مختلف آزمایش طی روزهای سی‌ام و شصت‌ام نمونه‌برداری نشان ندادند ($p\geq$۰/۰۵). بنابراین، با توجه به نتایج این مطالعه و عدم تاثیرگذاری عصاره و اسانس فوکویدان بر رشد و شاخص های ایمنی تیلاپیای نیل، پیشنهاد می‌شود محدوده وسیع‌تری از غلظت عصاره و فوکوئیدان در مطالعات آینده در این گونه بررسی شود.

لغات کلیدی: *Sargassum* sp.، پلی‌ساکارید فوکویدان، عصاره، *Oreochromis niloticus* ، پاسخ ایمنی، فراسنجه‌های رشد

*نویسنده مسئول

مقدمه

آسیب‌پذیری بیشتر ماهی به بیماری‌های عفونی در سامانه پرورش متراکم منجر به بروز زیان شدید اقتصادی از لحاظ مرگ و میر و هزینه‌های درمانی می‌شود (Abdel Rahman *et al*., 2018). کنترل بیماری‌های ماهی با استفاده از مواد دارویی نظیر آنتی‌بیوتیک‌ها مشکلاتی از قبیل ایجاد مقاومت باکتریایی، نگرانی‌های مصرف‌کنندها به دلیل باقی مانده‌های دارویی و نیز تاثیرهای منفی بر محیط زیست را در پی دارد (Nkanishi *et al*., 2002; Aisa *et al*., 2005, Ale *et al*., 2011; Abdel Rahman *et al*., 2018). از این رو، برای حذف اثرات خطرناک درمان با مواد شیمیایی بر آبزیان پرورشی و متعاقباً بر مصرف کنندگان محصولات آبزی‌پروری، باید جایگزین‌های ایمن و کم‌هزینه برای تقویت سیستم ایمنی بدن ماهیان به منظور پیشگیری از بیماری و حتی درمان استفاده شود (Reverter *et al*., 2014).

در بین تقویت کننده‌های ایمنی دوستدار محیط زیست جلبک‌های دریایی با دارا بودن خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویروسی و ترکیب‌های بیولوژیک فعال به عنوان پتانسیلی در برابر پاسخ به بیماری‌ها و میزان بقاء آبزیان امروزه مطرح هستند (Wang *et al*., 2008). از جمله ترکیبات بیولوژیک، جلبک‌های دریایی فوکویدان است که از جلبک‌های قهوه‌ای بدست می‌آید (Koyanagi *et al*., 2003). فوکویدان پلی‌ساکارید سولفاته‌ای است که از فوکوز به عنوان مونوساکارید اصلی همراه با مقدار اندک سایر مونومرها مانند زایلوز، آرابینوز، مانوز، گالاکتوز، گلوکز، اسید گلوکورونیک و گالاتورونیک اسید تشکیل شده است (Morya *et al*., 2012). فوکویدان دارای فعالیت‌های بیولوژیک متنوعی از جمله ضد تومور (Ale *et al*., 2011)، بهبود دهنده سیستم ایمنی (Rao *et al*., 2011)) ضد ویروس، ضد انعقاد (Wang *et al*., 2012) و دارای خواص پاداکسندگی (Wang *et al*., 2008) نیز می‌باشد. مطالعات گذشته حاکی از تأثیر مثبت فوکویدان استخراج شده از جلبک ها در مقابله با تومور (Religa *et al*., 2000) و سرطان در انسان (Koyanagi *et al*., 2003; Aisa *et al*., 2005; Ale *et al*., 2011) و نیز بهبود شاخص های ایمنی در ماهیان مورد مطالعه بوده است (El-Boshy *et al*., 2014; Yang *et al*., 2014; Huang *et al*., 2016; Sony *et al*., 2018).

پرورش تیلاپیا از دهه گذشته بسرعت در حال گسترش است و دلیل آن پیشرفت تکنولوژی همراه با شیوه‌های جدید پرورش می‌باشد. توسعه پرورش تیلاپیا شامل معرفی گونه‌های جدید و هیبریدی، پرورش تک گونه‌ای (نر)، استفاده از رژیم‌های فرموله شده، انواع سیستم‌های پرورش متراکم و نیمه متراکم و استفاده از گلخانه‌ها می‌باشند. برنامه‌های بازاریابی نیز تقاضای رو به رشدی برای تیلاپیا در بازارهای داخلی و بین‌المللی را افزایش داده است (Watanabe *et al*., 2002).

پرورش متراکم هر گونه آبزی از جمله تیلاپیا منجر به بروز استرس و نهایتاً بیماری و تلفات می گردد. از آنجایی که ماهیان برای مبارزه با عوامل بیماریزا بیشتر متکی به ایمنی ذاتی می باشند، مطالعات متعدد گذشته نشان داده است که تقویت سیستم ایمنی ذاتی ماهیان می‌تواند برای مقابله با بیماری‌ها و در نتیجه افزایش بهره‌وری مزارع آبزی‌پروری مفید باشد (Vazrzadeh *et al*., 2019a,b). در مطالعات گذشته اثر فوکویدان بر برخی آبزیان بررسی شده است و تمرکز مطالعات بر سخت‌پوستان بوده و مطالعات کمی در مورد ماهیان انجام شده است (Huang *et al*., 2006; Kitikiew *et al*., 2013; El-Boshy *et al*., 2014; Huang *et al*., 2016). تاکنون اثر فوکویدان در ماهی تیلاپیا بررسی نشده است. از سویی، در دهه گذشته گونه تیلاپیای نیل به منظور توسعه در آبهای شور داخلی وارد کشور شده است. همچنین ایران دارای منابع مناسب قابل برداشتی از انواع جلبک‌ها از جمله جلبک‌های قهوه‌ای در سواحل جنوبی برخوردار است (پیمانی و همکاران،۱۳۹۲: حاجیوند و همکاران، ۱۳۹۸). لذا، هدف اصلی این تحقیق بررسی اثر عصاره و فوکویدان حاصل از جلبک سارگاسوم به عنوان راهکاری سبز و منطبق بر محیط زیست و سلامت مصرف کننده نهایی بر فراسنجه‌های رشد و آنتی اکسیدانی و ایمنی تیلاپیای نیل در دو مدت زمان تغذیه ۳۰ و ۶۰ روزه بود.

مواد و روش کار

جمع‌آوری جلبک و تهیه عصاره

جلبک سارگاسوم (*Sargassum* sp.) در خرداد ماه سال ۹۷ از شهرستان چابهار واقع در استان سیستان و بلوچستان جمع‌آوری گردید و در بخش منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه شیراز بعد از شست و شو در دمای اتاق به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس تا زمان اسانس‌گیری در جای خشک و خنک نگهداری شد. عصاره گیری هیدروالکلی با روش[1] خیساندن انجام شد. حلال بوسیله دستگاه روتاری تبخیر شد، سپس محصول در انکوباتور در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و تا زمان استفاده در فریزر دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Vongsak *et al*., 2013).

استخراج پلی‌ساکارید فوکویدان

استخراج فوکویدان از جلبک‌ها به روش آب گرم و براساس روش پیشنهادی Huang و همکاران (۲۰۱۶) انجام شد: ۳۰ گرم جلبک پودر شده سارگاسوم با ۳۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪) مخلوط شد (۱:۱۰ W/V)، سپس در دمای محیط برای ۱ ساعت تکان داده شد تا رنگ، چربی و پروتئین آن حذف شود و به مدت ۱۰ دقیقه در دور g ۹۷۰ سانتریفیوژ (K241R، انگلیس) شد. سپس به طور مکرر براساس پروتکل پیشنهادی از الکل و آب گرم استفاده شد تا فوکویدان به رنگ قهوه‌ای روشن به وضوح قابل رؤیت باشد. بعد از سانتریفیوژ مایع رویی دور ریخته شده و رسوب باقی مانده در دمای ۴۰ درجه در انکوباتور به مدت ۱ روز به طور کامل خشک شد.

نگه‌داری ماهیان در تیمارهای آزمایشی

تعداد ۳۱۵ قطعه ماهی تیلاپیای نیل با میانگین وزنی ۵± ۲۵ گرم از مرکز تحقیقات ملی آبزیان آب شور - بافق یزد، خریداری و به سالن نگهداری آبزیان بخش منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه شیراز منتقل شد. پس از سازگاری اولیه با شرایط محیط به مدت ۱۰ روز، به صورت تصادفی در ۷ تیمار و ۳ تکرار در ۲۱ آکواریوم ۱۲۰ لیتری با تراکم ۱۵ قطعه ماهی در هر مخزن توزیع شدند. ماهیان مورد آزمایش طی ۶۰ روز با جیره‌های شاهد (بدون ترکیب جلبکی) و تیمارهای آزمایشی (دارای عصاره جلبکی و پلی ساکارید) به شرح ذیل تغذیه شدند. در این مطالعه از غذای تجاری ماهیان گرمابی (Ex-CG2) تولیدی شرکت ۲۱ بیضا استفاده شد. به منظور ساخت غذای آزمایشی میزان عصاره و پلی‌ساکارید مورد نظر با آب مخلوط گردید و بر غذا اسپری شد و سپس محلول ژلاتین ۳ درصد (۳۰ میلی تر برای هر کیلوگرم غذا) بر روی آن پوشش داده شد (Vazirzadeh *et al*., 2017). غذادهی به ماهیان ۲٪ وزن بدن و در دو نوبت در روز طی ساعات ۸:۳۰ و ۱۴:۳۰ انجام شد. تیمارهای آزمایش هر کدام با سه تکرار به شرح ذیل بود (Huang *et al*., 2016; Sony *et al*., 2018).

تیمار یک : شاهد
تیمار دو : عصاره جلبک سارگاسوم ۰/۵٪
تیمار سه : عصاره جلبک سارگاسوم ۱٪
تیمار چهار : عصاره جلبک سارگاسوم ۲٪
تیمار پنج : پلی‌ساکارید فوکویدان جلبک سارگاسوم ۰/۵٪
تیمار شش : پلی‌ساکارید فوکویدان جلبک سارگاسوم ۱٪
تیمار هفت : پلی‌ساکارید فوکویدان جلبک سارگاسوم ۲٪

نمونه‌برداری از ماهیان تیمارها طی روزهای ۳۰ و ۶۰ با خون‌گیری از ساقه دمی با سرنگ ۲/۵ میلی‌لیتری انجام گرفت. برای تهیه سرم خون غیرهپارینه به مدت یک شب در دمای یخچال نگهداری شده و سپس با دور ۵۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شده و سرم جدا شد. سرم در دمای منهای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نکهداری شد. در هر دوره فراسنجه‌های وزنی، ، ایمنی‌شناسی، پاداکسندگی و بیوشیمیایی خون اندازه‌گیری شدند. یک روز قبل از هر دوره نمونه‌برداری، غذادهی قطع گردید

ماهیان در آب شیرین بدون کلر و با دمای ۲۵±۲، pH: ۷/۵، اکسیژن بیش از ۶ میلی‌گرم در لیتر و با تعویض روزانه ۵۰ درصد آب مخازن پرورشی نگهداری شد.

[1] Maceration

اندازه‌گیری فراسنجه‌های رشد

در ابتدای دوره و پس از آن در روزهای سی‌ام و شصت‌ام، ابتدا ماهیان بوسیله عصاره گل میخک با دوز۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیهوش شدند و با ترازوی (دیجیتال با دقت .۰۰ به صورت انفرادی توزین شدند و وزن کسب شده (Weight Gain)، نرخ رشد ویژه (SGR) و ضریب تبدیل غذایی (FCR) در هر یک از گروه‌ها بر اساس معادلات زیر تعیین شدند:

۱۰۰× [وزن اولیه / (وزن اولیه - وزن ثانویه)] = وزن کسب‌شده (٪)

افزایش وزن بدن به دست‌آمده/ مقدار غذای خورده شده = ضریب تبدیل غذایی

۱۰۰× [طول دوره پرورش به روز / (وزن ابتدایی) - (وزن نهایی)] Ln = نرخ رشد ویژه (روز٪)

سنجش فعالیت لیزوزیم سرم

برای سنجش لیزوزیم ابتدا ۹ میلی‌گرم از دیواره باکتری (*Micrococcus luteus*)(هدیه از طرف بخش علوم پایه دانشکده دامپزشکی شیراز) در ۳۰ میلی‌لیتر بافر فسفات حل گردید. سپس ۱۰ میکرولیتر از سرم به درون چاهک‌های میکروپلیت ریخته شده و پس از آن ۹۰ میکرولیتر از سوسپانسیون دیواره به چاهک‌ها اضافه شد. در زمان های ۰ و ۱۰دقیقه، جذب چاهک ها در طول موج ۴۵۰ نانومتر با دستگاه پلیت ریدر (BioTek TS 800) اندازه گیری شد. هر ۰/۰۰۱ واحد کاهش جذب در دقیقه بعنوان یک واحد فعالیت آنزیم لیزوزیم در نظر گرفته شد (Ross *et al.*, 2000).

سنجش آنزیم های آنتی اکسیدانی

برای تهیه عصاره مورد نیاز از بافت طحال (Vazirzadeh *et al.*, 2019a) و ارزیابی فعالیت آنزیم‌های پاداکسندگی، از روش استفاده شد. فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) با سنجش کاهش میزان جذب نوری کمپلکس سوپر اکسید نیتروبلو تترازولیوم تحت تأثیر فعالیت آنزیم ارزیابی شد (Vazirzadeh *et al.*, 2019a). فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) با بررسی کاهش میزان جذب نوری در طول موج ۲۴۰ نانومتر (به دلیل تجزیه پراکسید هیدروژن) طی مدت ۱ دقیقه با اسپکتروفتومتر (T70 UV/VIS Spectrometer PG Instruments Ltd)، ارزیابی شد.

فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری بر اساس میزان اکسید شدن گوایکول توسط این آنزیم انجام می‌گیرد (Vazirzadeh *et al.*, 2019a).

سنجش شاخص های بیوشیمیایی خون

میزان کلسترول، تری‌گلیسرید، آلکالین فسفات، آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز در خون بوسیله کیت شرکت پارس آزمون (ایران) و با دستگاه اتوآنالایزر (Alpha Classic- AT^{++}, SANJESH CO) دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز در طول موج ۵۴۶ نانومتر تعیین شد (Vazirzadeh *et al.*, 2019b).

واکاوی آماری

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. پس از بررسی یکنواختی واریانس و نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک (Shapiro-Wilk)، تفاوت میانگین داده‌های بدست آمده از تیمارها برای هر فراسنجه از طریق واکاوی واریانس دو طرفه Analysis of Means (ANOM) در زمان بررسی شدند. برای واکاوی آماری از نرم افزار Minitab 18 استفاده شد. در این آزمایش اثر اصلی تیمار و زمان و برهمکنش‌ها آنالیز شد.

نتایج

فراسنجه رشد، فاکتورهای بیوشیمیایی خون و آنزیم‌های کبدی

بر اساس نتایج این پژوهش اثر اصلی تیمار و زمان و

برهم‌کنش تیمار در زمان در فراسنجه رشد و فاکتورهای بیوشیمیایی خون و همچنین آنزیم های کبدی معنادار نبود (p≥۰/۰۵). (جداول ۱، ۲ و ۳). (برای خلاصه شدن داد ها فقط اثر اصلی تیمار در جدول ها ارائه شده است).

جدول ۱: فراسنجه‌های رشد تیلاپیای نیل تغذیه شده با جیره‌های مختلف حاوی عصاره و فوکویدان جلبک سارگاسوم

Table 1: The growth parameters of Nile tilapia fed on diets supplemented with extract and fucoidan of *Sargassum* sp.

تیمار	فراسنجه‌های رشد					
	SGR		FCR		WG%	
	۳۰ (روز)	۶۰ (روز)	۳۰ (روز)	۶۰ (روز)	۳۰ (روز)	۶۰ (روز)
شاهد	۱/۲۹±۰/۱۰	۱/۵۳±۰/۱۹	۱/۳۳±۰/۱۳	۱/۰۵±۰/۱۵	۴۹±۰/۰۴	۶۱±۰/۰۹
فوکویدان ۰/۵٪	۱/۱۵±۰/۰۴	۱/۰۳±۰/۱۸	۱/۵۴±۰/۰۸	۱/۶۸±۰/۳۱	۴۲/۷۱±۰/۰۱	۳۷/۹۱±۰/۰۷
فوکویدان ۱٪	۱/۳۶±۰/۱۱	۱/۱۶±۰/۳۳	۱/۲۵±۰/۱	۱/۵۱±۰/۴۴	۵۳±۰/۰۵	۴۴±۰/۱۵
فوکویدان ۲٪	۱/۴۰±۰/۰۲	۰/۹۵±۰/۱۷	۱/۲۳±۰/۰۳	۱/۹۰±۰/۴۲	۵۴/۳۴±۰/۰۱	۳۴/۳۱±۰/۰۶
عصاره ۰/۵٪	۱/۱۶±۰/۰۹	۱/۲۱±۰/۳۵	۱/۵۰±۰/۱۸	۱/۴۷±۰/۵۳	۴۳/۳۶±۰/۰۴	۴۵/۹۸±۰/۱۵
عصاره ۱٪	۱/۲۸±۰/۰۹	۱/۲۵±۰/۴۰	۱/۳۴±۰/۱۲	۱/۴۹±۰/۶۹	۴۸/۹۷±۰/۰۴	۴۸/۱۲±۰/۱۷
عصاره ۲٪	۱/۳۰±۰/۰۹	۱/۳۷±۰/۱۵	۱/۲۹±۰/۰۹	۱/۲۰±۰/۱۹	۴۹/۸۶±۰/۰۴	۵۲/۸۳±۰/۰۷

توضیحات: داده‌ها به صورت انحراف معیار ± میانگین آزمایش ارائه شده است. تفاوت معنی‌داری در میانگین تیمارها مشاهده نشد(P≥۰/۰۵). SGR- نرخ رشد ویژه، FCR- ضریب تبدیل غذایی، WG- وزن کسب شده. داده های برای روز سی‌ام از روز صفر الی ۳۰ و برای روز ۶۰ام از روز ۳۰الی ۶۰ در نظر گرفته شده است.

جدول۲: فراسنجه‌های بیوشیمیایی تیلاپیای نیل تغذیه شده با جیره‌های مختلف عصاره و فوکویدان جلبک سارگاسوم

Table 2: Biochemical parameters of Nile tilapia fed on diets supplemented with extract and fucoidan of *Sargassum* sp.

تیمار	فراسنجه‌های بیوشیمیایی									
	Glob		Alb		T Prot		TG		Chol	
	۳۰ (روز)	۶۰ (روز)	۳۰ (روز)	۶۰ (روز)	۳۰ (روز)	۶۰ (روز)	۳۰ (روز)	۶۰ (روز)	۳۰ (روز)	۶۰ (روز)
شاهد	۱/۵۰±۰/۴۲	۲/۰۱±۰/۲۱	۲/۰۱±۰/۳۸	۲/۰۶±۰/۳۰	۳/۵۱±۰/۸۱	۴/۰۸±۰/۵۲	۲۴۷/۶±۹/۸	۲۲۵±۱۰	۲۱۱±۴/۵۰	۲۱۹/۳±۷/۶۳
فوکویدان ۰/۵٪	۱/۷۶±۰/۱۶	۱/۸۷±۰/۲۰	۱/۷۲±۰/۱۳	۱/۵۳±۰/۱۹	۳/۴۹±۰/۲۰	۳/۴۱±۰/۰۱	۱۴۲±۴/۳	۱۳۲±۳/۴	۱۸۴/۳±۴/۰۴	۲۱۶/۳±۳/۶
فوکویدان ۱٪	۱/۵۲±۰/۰۵	۱/۸۵±۰/۱۲	۱/۶۸±۰/۳۳	۱/۵۴±۰/۴۳	۳/۲۱±۰/۳۹	۳/۴۰±۰/۵۶	۱۲۷/۳±۱۰/۲	۹۷/۸±۱/۸	۱۵۱/۶±۲/۲۳	۱۸۱/۳±۹/۰۹
فوکویدان ۲٪	۱/۷۱±۰/۱۰	۱/۸۵±۰/۲۴	۱/۷۷±۰/۱۵	۱/۸۵±۰/۱۷	۳/۴۹±۰/۲۶	۳/۷۰±۰/۲۵	۲۲۰/۶±۴/۱	۳۱۷/۵±۴/۷	۱۷۲±۳/۸/۱	۲۴۸/۶±۴/۵۵
عصاره ۰/۵٪	۱/۴۲±۰/۴۵	۲/۰۲±۰/۲۸	۲/۱۱±۰/۶۲	۱/۸۹±۰/۲۷	۳/۵۳±۰/۵۰	۳/۹۱±۰/۵۲	۱۶۰/۳±۴/۳	۱۱۲/۵±۲/۸	۱۹۱±۲/۱۰	۱۹۸±۲/۳۰
عصاره ۱٪	۱/۵۱±۰/۳۸	۲/۲۲±۰/۱۰	۲/۰۳±۰/۱۶	۱/۸۳±۰/۱۳	۳/۵۴±۰/۳۰	۴/۰۵±۰/۰۶	۲۱۹/۳±۸/۲	۱۲۴/۳±۲/۷	۱۹۷±۱۲/۵۰	۲۱۵/۶±۴/۵۳
عصاره ۲٪	۱/۶۵±۰/۳۳	۲/۱۳±۰/۲۴	۱/۸۵±۰/۱۴	۱/۷۸±۰/۲۲	۳/۵۱±۰/۳۱	۳/۹۲±۰/۴۰	۱۶۷/۳±۷/۳	۱۲۲/۶±۲/۲	۱۹۲±۲/۸۶	۱۸۰/۳±۲/۲۳

داده‌ها به صورت انحراف معیار ± میانگین آزمایش ارائه شده است. تفاوت معنی‌داری در میانگین تیمارها مشاهده نشد (P≥۰/۰۵). Glob- گلوبولین، Alb- آلبومین، T Prot- پروتئین‌کل، TG- تری‌گلیسیرید، Chol- کلسترول

جدول ۳: تغییرات آنزیم‌های کبدی تیلاپیای نیل تغذیه شده با جیره‌های مختلف عصاره و فوکویدان جلبک سارگاسوم

Table 3: Liver enzyme changes of Nile tilapia fed on diets supplemented with extract and fucoidan of *Sargassum* sp.

تیمار	آنزیم‌های کبدی					
	ALP		SGPT		SGOT	
	۳۰ (روز)	۶۰ (روز)	۳۰ (روز)	۶۰ (روز)	۳۰ (روز)	۶۰ (روز)
شاهد	۸۹/۸۳±۴/۶۰	۴۷/۰۳±۲/۳۰	۲۳/۷۰±۱/۹۷	۱۳/۲۷±۰/۹۰	۲۱۲/۶۷±۱۲/۳۰	۳۰۹±۲۵/۴۰
فوکویدان ٪۰/۵	۵۳/۱۶±۵/۳۰	۸۵/۶۷±۳/۶۰	۵/۵۴±۰/۴۳	۵/۶۲±۰/۲۰	۲۵۱/۶۷±۱۲/۵۰	۱۹۵/۳۳±۱۱/۷۰
فوکویدان ٪۱	۳۴/۹۷±۲/۲۰	۶۱/۲۳±۵/۴۰	۱۵/۲۴±۲/۱۵	۳/۴۳±۰/۱۰	۱۱۸/۱۷±۱۱/۱۰	۲۶۹±۱۶/۸۰
فوکویدان ٪۲	۹۴/۵۰±۳/۸۰	۷۷/۸۳±۲/۸۰	۶/۷۹±۰/۷۱	۱۰/۶۷±۰/۹۰	۲۶۷/۶۷±۱۹/۶۰	۲۹۴/۶۷±۱۷/۹۰
عصاره ٪۰/۵	۴۴/۲۷±۳/۳۰	۳۸/۸۳±۲/۴۰	۱۸/۰۶±۲/۱۸	۲۰/۰۷±۱/۱۰	۳۱۷/۱۷±۲۲/۵۰	۳۵۷/۶۷±۲۴/۵۰
عصاره ٪۱	۵۰/۷۷±۳/۶۰	۵۱/۵۷±۳/۸۰	۱۱/۴۷±۱/۱۲	۱۱/۸۷±۱/۱۰	۲۲۶/۶۷±۱۲/۲۰	۳۱۶/۵۱±۲۷/۲۰
عصاره ٪۲	۴۴/۶۰±۳/۳۰	۴۱/۶۷±۳/۰	۱۰/۰۷±۱/۲۰	۹/۴۰±۱/۱۰	۱۹۹/۶۷±۱۲/۴۰	۴۱۸±۳۰/۲۰

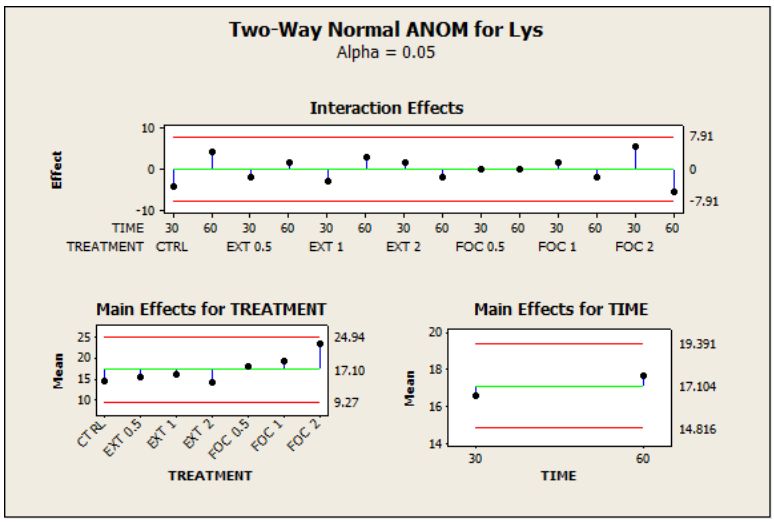
توضیحات: داده‌ها به صورت معیار انحراف ± میانگین آزمایش ارائه شده است. تفاوت معنی‌داری در میانگین تیمارها مشاهده نشد($P\geq ۰/۰۵$). ALP- آلکالین فسفاتاز، SGPT- آسپارتات آمینوترانسفراز، SGOT- آلانین آمینوترانسفراز

فعالیت لیزوزیم سرم

بر اساس نتایج این پژوهش اثر اصلی تیمار و برهم‌کنش تیمار در زمان در میزان لیزوزیم سرم معنادار نبود (استفاده از دوزهای مختلف عصاره و پلی‌ساکارید فوکویدان تفاوت معناداری در میزان لیزوزیم سرم ماهیان نسبت به گروه شاهد ایجاد ننمود) ($P\geq ۰/۰۵$). (شکل ۱). همچنین اثر اصلی زمان معنادار نبود (در میزان لیزوزیم سرم ماهیان در ۳۰ روز اول نسبت به ۳۰ روز دوم تفاوت معناداری حاصل نشد.).

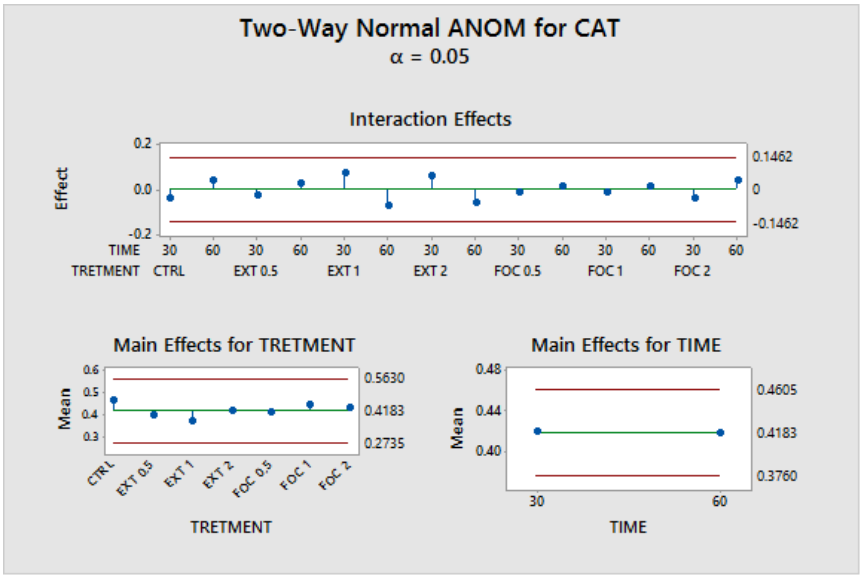
فراسنجه‌های پاداکسندگی طحال

بر اساس نتایج این پژوهش اثر اصلی تیمار و برهم‌کنش تیمار در زمان در میزان آنزیم های سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز و کاتالاز طحال معنادار نبود؛ یعنی استفاده از دوزهای مختلف عصاره و پلی‌ساکارید فوکویدان تفاوت معناداری در میزان آنزیم آنتی اکسیدانی ایجاد ننمود (شکل‌های ۲، ۳ و ۴). در مورد سوپراکسید دیسموتاز اما اثر اصلی زمان معنادار بود (ماهیان در ۳۰ روز اول میزان سوپراکسید دیسموتاز بهتری نسبت به ۳۰ روز دوم داشتند.).



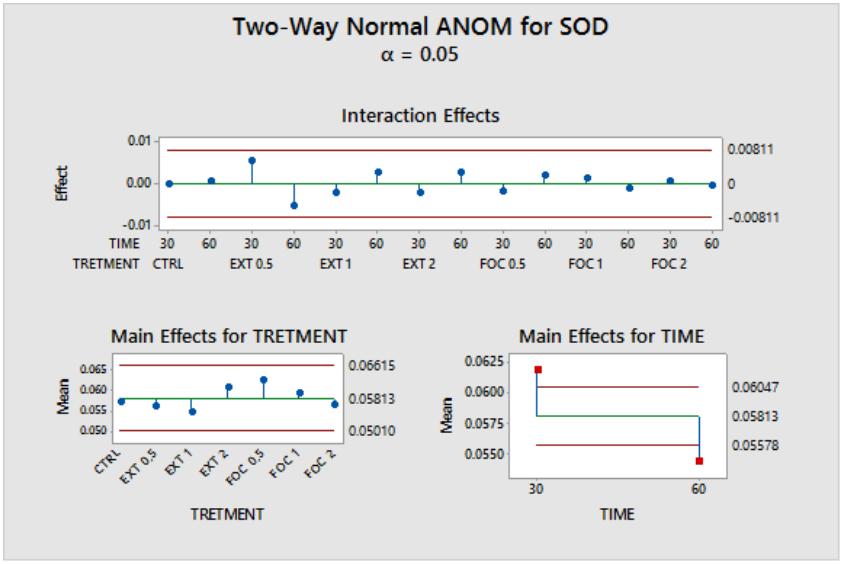
شکل ۱: میزان فعالیت لیزوزیم سرم (واحد در دقیقه) تیلاپیای نیل تغذیه شده با جیره‌های حاوی درصدهای مختلف عصاره و فوکویدان جلبک سارگاسوم. Ctrl- گروه شاهد، Ext- گروه تغذیه شده با غذای حاوی عصاره، Foc- گروه تغذیه شده با غذای حاوی فوکویدان

Figure1: Serum lysozyme activity (U/min) of Nile tilapia fed on diets supplemented with extract and fucoidan of *Sargassum* sp. CTRl: control group, Ext: fish fed on extract, Foc: fish fed on fucoidan



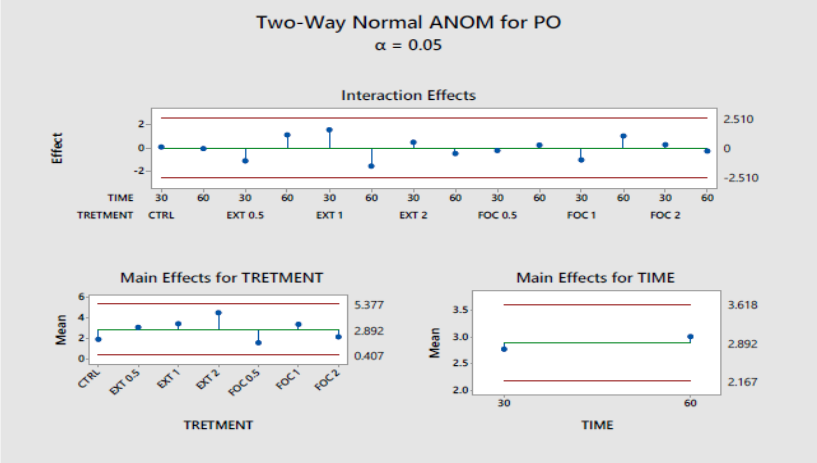
شکل۲: میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (میلی‌مولار فعالیت آنزیم در هر سانتیمتر در دقیقه) در طحال تیلاپیای نیل تغذیه شده با جیره‌های حاوی درصدهای مختلف عصاره و فوکویدان جلبک سارگاسوم. Ctrl- گروه شاهد، Ext- گروه تغذیه شده با غذای حاوی عصاره، Foc- گروه تغذیه شده با غذای حاوی فوکویدان

Figure 2: Catalase activity (mM/cm/min) in spleen of Nile tilapia fed on diets supplemented with extract and fucoidan of *Sargassum* sp. CTRl: control group, Ext: fish fed on extract, Foc: fish fed on fucoidan



شکل ۳: میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (واحد در گرم بافت) در طحال تیلاپیای نیل تغذیه شده با جیره‌های حاوی درصدهای مختلف عصاره و فوکویدان جلبک سارگاسوم. Ctrl- گروه شاهد، Ext- گروه تغذیه شده با غذای حاوی عصاره، Foc- گروه تغذیه شده با غذای حاوی فوکویدان

Figure 3: Superoxide dismutase activity (Unit/g tissue) in spleen of Nile tilapia fed on diets supplemented with extract and fucoidan of *Sargassum* sp. CTRl: fish fed on control diet, Ext: fish fed on extract, Foc: fish fed on fucoidan



شکل ۴: میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (میلی‌مولار فعالیت آنزیم در هر سانتیمتر در دقیقه) در طحال تیلاپیای نیل تغذیه شده با جیره-های حاوی درصدهای مختلف عصاره و فوکویدان جلبک سارگاسوم. Ctrl- گروه شاهد، Ext- گروه تغذیه شده با غذای حاوی عصاره ، Foc- گروه تغذیه شده با غذای حاوی فوکویدان

Figure 4: Peroxidase activity (mM/cm/min) in spleen of Nile tilapia fed on diets supplemented with extract and fucoidan of *Sargassum* sp. CTRl: fish fed on control diet, Ext: fish fed on extract, Foc: fish fed on fucoidan

بحث

بر اساس نتایج این پژوهش اثر اصلی تیمار و برهم‌کنش تیمار در زمان در فراسنجه‌های رشد (وزن کسب شده، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی) معنادار نبود. مشابه نتایج این پژوهش، بررسی اثر عصاره استخراج شده از جلبک *Sargassum* sp. بر عملکرد رشد ماهیان باس دریایی آسیایی *Lates calcarifer* طی ۳۰ روز اختلاف معنی‌داری در وزن نهایی، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی نشان نداد (Yangthong *et al.*, 2016). همچنین همسو با نتایج این پژوهش اثر پلی‌ساکارید اولوان استخراج شده از جلبک سبز *U. clathrata* بر فراسنجه‌های رشد ماهی تیلاپیای نیل (*O. niloticus*) طی ۹۰ روز تاثیر معناداری در رشد ماهی تیلاپیا نداشته است (del Rocío Quezada *et al.*, 2017). اما در تضاد با نتایج این تحقیق در تحقیقی دیگر اثر مثبت معنی دار پلی‌ساکارید فوکویدان بر فراسنجه‌های رشد ماهی سیم دریایی قرمز (*P. major*) گزارش شده است. نتایج نشان داد که ضریب تبدیل خوراک و نسبت کارایی پروتئین در رژیم غذایی ۰/۴٪ فوکویدان به طور معنی‌داری بیشتر از سایر رژیم‌های غذایی بود در حالیکه در رژیم غذایی۰/۲٪ فوکویدان معنی‌داری مشاهده نشد (Sony *et al.*, 2018).

گزارش‌های زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد فوکویدان یک مهارکننده بالقوه تقسیم سلولی در اندام‌های مختلف (Religa *et al.*, 2000) است و همچنین رشد سلولی در اندام‌های مختلف بدن آبزیان را مختل می‌کند (Aisa *et al.*, 2005). بنابراین، فوکویدان و عصاره جلبک سارگاسوم ممکن است عملکرد رشد را بهبود ندهند که این نتایج از یافته‌های ما حمایت می‌کند.

بر اساس نتایج این پژوهش اثر اصلی تیمار، برهم‌کنش تیمار در زمان و اثر اصلی زمان در میزان لیزوزیم سرم (فراسنجه ایمنی) معنادار نبود. مشابه این تحقیق عصاره استخراج شده از جلبک *Sargassum* sp. در غلظت های مشابه تحقیق حاضراختلاف معناداری در میزان فعالیت لیزوزیم در ماهیان سی‌باس آسیایی ایجاد نکرد (Yangthong *et al.*, 2016). همچنین همسو با نتایج این تحقیق، رژیم غذایی حاوی فوکویدان در گربه ماهی آفریقایی اثر معناداری بر میزان فعالیت لیزوزیم در هیچکدام از تیمارها بجز تیمار حاوی ۶ گرم در کیلوگرم فوکویدان نداشت (El-Boshy *et al.*, 2014).

در مطالعه‌ای ماهیان تیلاپیا نیل در سه شوری مختلف (۰ppt، ۱۲، ۲۴) قرار گرفتند که نتایج بیانگر افزایش شاخص های ایمنی در آب شور نسبت به آب شیرین بود

(Dominguez *et al*., 2004). بر اساس نتایج این پژوهش اثر اصلی تیمار، برهم‌کنش تیمار در زمان و اثر اصلی زمان (بجز پروتئین کل، گلوبولین و کلسترول) در فراسنجه‌های بیوشیمیایی (پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین، تری‌گلیسیرید، کلسترول، آلکالین فسفاتاز، آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات‌آمینوترانسفراز) معنادار نبود. همسو با نتایج این پژوهش اثر پلی‌ساکارید فوکویدان استخراج شده از جلبک *S. wightii* در میزان آلبومین و گلوبولین سرم اختلاف معناداری ایجاد نکرد (Prabu *et al*., 2016). همچنین در آزمایشی اثر فوکویدان را بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی گربه ماهی زرد *P. fulvidraco* بررسی کردند و (Yang *et al*., 2014) گزارش کردند که طی ۱۲ هفته اختلاف معناداری در میزان تری‌گلیسرید و کلسترول وجود نداشت.

بر اساس نتایج این پژوهش اثر اصلی تیمار، برهم‌کنش تیمار در زمان و اثر اصلی زمان (به جز سوپراکسید دیسموتاز) در فراسنجه‌های پاداکسندگی (سوپر اکسید دیسموتاز، پراکسیداز و کاتالاز) معنادار نبود؛ همسو با نتایج این تحقیق (Huang *et al*., 2006) عصاره‌ی پلی‌ساکاریدی جلبک *S. fusiforme* تاثیری بر آنزیم سوپراکسید دیسموتاز میگوی *F. chinensis* نداشت.

برخلاف نتایج حاصل شده از این پژوهش اثر عصاره‌های جلبک *G. fisheri* به عنوان افزایش دهنده فراسنجه‌های پاداکسندگی در میگوی *P. monodon* بررسی شدند. گزارش شده است که آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و فنول اکسیداز اختلاف معناداری نسبت به گروه شاهد دارند (Kanjana *et al*., 2011). برخلاف نتایج این پژوهش در مطالعه‌ای دیگر، در بررسی اثر فوکویدان بر پاسخ ایمنی میگوی وانامی *L. vannamei* با گذشت زمان میزان فعالیت آنزیم فنول اکسیداز با جیره حاوی فوکویدان افزایش یافت (Kitikiew *et al*., 2013).

باتوجه به اینکه برخی مطالعات گذشته حاکی از تضعیف سیستم ایمنی ماهیان در زمان انتقال از آب شور به شیرین می باشد احتمال دارد عدم مشاهده اثر معنادار عصاره و فوکویدان جلبک سارگاسوم بدلیل انتقال ماهیان این تحقیق به آب شیرین طی آزمایش باشد. از سوی دیگر، برخی تحقیقات بیانگر تاثیر فوکویدان در دوزهای بالاتر می باشد. لذا، پیشنهاد می‌گردد برای درک واقعی علل عدم تاثیر فوکویدان، دوزهای کمتر یا بیشتر از این میزان مورد استفاده در این تحقیق و در آب شور انجام پذیرد.

تشکر و قدردانی

هزینه انجام این تحقیق توسط دانشگاه شیراز پرداخت شد. از کلیه دوستانی که در انجام این تحقیق همکاری نمودند بویژه آقایان حسن روستا و مهدی جوکار و خانم ها سهیلا جلالی و آناهیتا مرحمتی سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

پیمانی، ج.، قرایی، ا.، غفاری، م.، طاهری، ع. ۱۳۹۲. بررسی فعالیت ضد باکتری عصاره آبی و اتانولی جلبک قهوه ایی (*Sargassum glaucescens*) در سواحل چابهار. مجله علمی شیلات ایران، ۲۲(۴)، ۱۳-۲۱. DOI: 10.22092/ISFJ.2019.1112548

قالبی حاجیوند، ف.، اسماعیلی، ا.ح.، عابدیان، ع. ۱۳۹۸. تاثیر فوکویدان بر ایمنی غیراختصاصی و فعالیت ضدباکتریایی سرم ماهی قزل آلای رنگین کمان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۸(۲)، ۲۷-۳۸. DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118909

Abdel Rahman, A.N., Khalil, A.A., Abdallah, H.M. and ElHady, M., 2018. The effects of the dietary supplementation of *Echinacea purpurea* extract and/or vitamin C on the intestinal histomorphology, phagocytic activity, and gene expression of the Nile tilapia. *Fish and Shellfish Immunology*, 82: 312-318. DOI: 10.1016/j.fsi.2018.08.024.

Aisa, Y., Miyakawa, Y., Nakazato, T., Shibata, H., Saito, K., Ikeda, Y. and Kizaki, M., 2005. Fucoidan induces apoptosis of human HS-sultan cells accompanied by activation of caspase-3 and down-regulation of ERK pathways. American journal of hematology, 78(1): 7-14. DOI: 10.1002/ajh.20182

Ale, M.T., Maruyama, H., Tamauchi, H., Mikkelsen, J.D., Meyer, A.S., Tutor, M., Maruyama, H. Tamauchi, H., Mikkelsen, J.D. and Meyer, A.S., 2011. Fucoidan from Sargassum sp. and *Fucus vesiculosus* reduces cell viability of lung carcinoma and melanoma cells in vitro and activates natural killer cells in mice in vivo. *International Journal of Biological Macromolecules*, 49(3): 331-336. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2011.05.009

del Rocío Quezada-Rodríguez, P. and Fajer-Ávila, E.J., 2017. The dietary effect of ulvan from *Ulva clathrata* on hematological-immunological parameters and growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Applied Phycology*, 29(1): 423-431 DOI:10.1007/s10811-016-0903-7.

Dominguez, M., Takemura, A., Tsuchiya, M. and Nakamura, S., 2004. Impact of different environmental factors on the circulating immunoglobulin levels in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 241(1-4): 491-500. DOI:10.1016/j.aquaculture.2004.06.027

El-Boshy, M., El-Ashram, A., Risha, E., Abdelhamid, F., Zahran, E. and Gab-Alla, A., 2014. Dietary fucoidan enhance the non-specific immune response and disease resistance in African catfish, *Clarias gariepinus*, immunosuppressed by cadmium chloride. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 162(3-4): 168-173 DOI: 10.1016/j.vetimm.2014.10.001.

Huang, X., Zhou, H. and Zhang, H., 2006. The effect of *Sargassum fusiforme* polysaccharide extracts on vibriosis resistance and immune activity of the shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*.*Fish and shellfish Immunology*, 20(5): 750-757 DOI: 10.1016/j.fsi.2005.09.008.

Huang, C.Y., Wu, S.J., Yang, W.N., Kuan, A.W. and Chen, C.Y., 2016. Antioxidant activities of crude extracts of fucoidan extracted from *Sargassum glaucescens* by a compressional-puffing-hydrothermal extraction process. *Food Chemistry*, 197:1121-1129. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.11.100

Kanjana, K., Radtanatip, T., Asuvapongpatana, S., Withyachumnarnkul, B. and Wongprasert, K., 2011. Solvent extracts of the red seaweed *Gracilaria fisheri* prevent Vibrio harveyi infections in the black tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Fish and Shellfish Immunology*, 30(1): 389-396. DOI:10.1016/j.fsi.2010.11.016

Kitikiew, S., Chen, J.C., Putra, D.F., Lin, Y.C., Yeh, S.T. and Liou, C.H., 2013. Fucoidan effectively provokes the innate immunity of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against

experimental *Vibrio alginolyticus* infection. *Fish and Shellfish Immunology*, 34(1): 280-290 DOI:10.1016/j.fsi.2012.11.016.

Koyanagi, S., Tanigawa, N., Nakagawa, H., Soeda, S. and Shimeno, H., 2003. Oversulfation of fucoidan enhances its anti-angiogenic and antitumor activities. *Biochemical Pharmacology*, 65(2): 173-179 DOI:10.1016/S0006-2952(02)01478-8.

Morya, V.K., Kim, J. and Kim, E.K., 2012. Algal fucoidan: Structural and size-dependent bioactivities and their perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 93(1): 71-82 DOI:10.1007/s00253-011-3666-8.

Nakanishi, T., Kiryu, I. and Ototake, M., 2002. Development of a new vaccine delivery method for fish: percutaneous administration by immersion with application of a multiple puncture instrument. *Vaccine*, 20(31-32): 3764-3769. DOI:10.1016/S0264-410X(02)00291-8

Prabu, D.L., Sahu, N.P., Pal, A.K., Dasgupta, S. and Narendra, A., 2016. Immunomodulation and interferon gamma gene expression in sutchi cat fish, *Pangasianodon hypophthalmus*: effect of dietary fucoidan rich seaweed extract (FRSE) on pre and post challenge period. *Aquaculture research*, 47(1): 199-218.
DOI:10.1111/are.12482

Rao, H., Raghavendran, B., Srinivasan, P., Rekha, S., Raghavendran, H.R.B., Srinivasan, P. and Rekha, S., 2011. Immunomodulatory activity of fucoidan against aspirin-induced gastric mucosal damage in rats. *International Immunopharmacology*, 11(2): 157-163 DOI:10.1016/j.intimp.2010.11.002.

Religa, P., Kazi, M., Thyberg, J., Gaciong, Z., Swedenborg, J. and Hedin, U., 2000. Fucoidan inhibits smooth muscle cell proliferation and reduces mitogen-activated protein kinase activity. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 20(5): 419-426. DOI:10.1053/ejvs.2000.1220

Reverter, M., Bontemps, N., Lecchini, D., Banaigs, B. and Sasal, P., 2014. Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future perspectives. *Aquaculture*, 433: 50-61.
DOI:10.1016/j.aquaculture.2014.05.048

Ross, N.W., Firth, K.J., Wang, A., Burka, J.F. and Johnson, S.C., 2000. Changes in hydrolytic enzyme activities of naive Atlantic salmon *Salmo salar* skin mucus due to infection with the salmon louse Lepeophtheirus salmonis and cortisol implantation. *Diseases of Aquatic Organisms*, 41(1): 43-51 DOI:10.3354/dao041043.

Sony, N.M., Ishikawa, M., Hossain, M.S., Koshio, S. and Yokoyama, S., 2018. The effect of dietary fucoidan on growth, immune functions, blood characteristics and oxidative stress resistance of juvenile red sea bream, *Pagrus major*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 45(1): 439-454 DOI:10.1007/s10695-018-0575-0.

Vazirzadeh, A., Dehghan, F. and Kazemeini, R., 2017. Changes in growth, blood immune parameters and expression of immune related genes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in response to diet supplemented with *Ducrosia anethifolia* essential oil. Fish and Shellfish Immunology, 69: 164-172. DOI:10.1016/j.fsi.2017.08.022

Vazirzadeh, A., Jalali, S. and Farhadi, A., 2019a. Antibacterial activity of Oliveria decumbens against Streptococcus iniae in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its effects on serum and mucosal immunity and antioxidant status. *Fish and Shellfish Immunology*, 94: 407-416. DOI:10.1016/j.fsi.2019.09.025

Vazirzadeh, A., Roosta, H., Masoumi, H., Farhadi, A. and Jeffs, A., 2019b. Long-term effects of three probiotics, singular or combined, on serum innate immune parameters and expressions of cytokine genes in rainbow trout during grow-out. *Fish and Shellfish Immunology*, 98: 748-757. DOI:10.1016/j.fsi.2019.11.023

Vongsak, B., Sithisarn, P., Mangmool, S., Thongpraditchote, S., Wongkrajang, Y. and Gritsanapan, W., 2013. Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaf extract by the appropriate extraction method. *Industrial Crops and Products*, 44: 566-571. DOI:10.1016/j.indcrop.2012.09.021.

Wang, J., Zhang, Q., Zhang, Z. and Li, Z., 2008. Antioxidant activity of sulfated polysaccharide fractions extracted from *Laminaria japonica*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 42(2): 127-132. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2007.10.003

Wang, P., Zhao, X., Lv, Y., Liu, Y., Lang, Y., Wu, J., Liu, X., Li, M. and Yu, G., 2012. Analysis of structural heterogeneity of fucoidan from *Hizikia fusiforme* by ES-CID-MS/MS. *Carbohydrate Polymers*, **90**(1): 602-607. DOI:10.1016/j.carbpol.2012.05.084

Watanabe, W.O., Losordo, T.M., Fitzsimmons, K., Hanley, F., Taylor, P., Watanabe, W.O., Losordo, T.M., Fitzsimmons, K., Hanley, F., Watanabe, W.O., Losordo, T.M. and Hanley, F., 2002. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends, and challenges. *Reviews in Fisheries Science*, 10(3-4): 465-498. DOI:10.1080/20026491051758.

Yang, Q., Yang, R., Li, M., Zhou, Q., Liang, X. and Elmada, Z.C., 2014. Effects of dietary fucoidan on the blood constituents, anti-oxidation and innate immunity of juvenile yellow catfish (Pelteobagrus fulvidraco). *Fish and Shellfish Immunolo**gy***, 41(2): 264-270. DOI: 10.1016/j.fsi.2014.09.003

Yangthong, M., Hutadilok-Towatana, N., Thawonsuwan, J. and Phromkunthong, W., 2016. An aqueous extract from *Sargassum* sp. enhances the immune response and resistance against *Streptococcus iniae* in the Asian sea bass (*Lates calcarifer* Bloch). *Journal of Applied Phycology*, 28(6): 3587-3598. DOI:10.1007/s10811-016-0859-7.

Effect of Extract and Fucoidan of *Sargassum* sp. on Growth, biochemical, Immunity and antioxidant Parameters of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Khanzadeh M.[1]; Vazirzadeh A.[1, 2*]; Farhadi A.[1, 2]

[*]Vazirzadeh@shirazu.ac.ir

1- Department of Natural Resources and Environmental Engineering, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz Iran.
2- Hydrobiology and Aquatic Biotechnology Center, Shiraz University, Shiraz Iran.

Abstract

Algae and seaweeds and their metabolites have been considered as promising alternatives in improvement of fish immune system and growth. The effects of extract and fucoidan extracted from *Sargassum* sp. was investigated in Nile tilapia with an average weight of 25 ± 5 for 60 days. The experimental groups included 0.5%, 1% and 2% of extract, and 0.5%, 1% and 2% of fucoidan. A group fed with basal diet was considered as control. In order to investigate the growth and immunity parameters, sampling was carried out on days 30th and 60th of the experiment. The results of this study showed that fucoidan and extract from Sargassum had no significant effects on gained weight, specific growth rate and feed conversion ratio after 60 days feeding (P>0.05). The amount of lysozyme as an important immunity parameter also did not significantly differ between the sampling times among the treatments (P>0.05). Also, there was no significant difference in serum total protein, albumin, globulin, cholesterol, triglyceride, alkaline phosphatase, alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase levels among the groups after 30 and 60 days of experiment (P>0.05). Besides, the results of antioxidant parameters including superoxide dismutase, peroxidase and catalase enzymes did not show significant differences among the experimental groups at days 30 and 60 (P>0.05). Although inclusion of Sargassum did not have negative effect on growth rate of tilapia, it did not improve immunity of tilapia. Therefore, it is recommended to examine a wider range of concentrations of extract and fucoidan in future studies.

Keywords: *Sargassum* sp., Extracts, Fucoidan, Growth parameters, Immune response, *Oreochromis niloticus*

[*]Corresponding author