اثر عصاره پلی ساکارید محلول در آب جلبک پادینا (*Padina astraulis* Hauck) بر فعالیت آنزیم-های گوارشی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی میگوی پاسفید غربی (*Litopeneaus vannamei*)

پریا اکبری[1*] زهرا امینی خویی[2]
Email: paria.akbary@gmail.com

1 .گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران
2. مرکز تحقیقات آب‌های دور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران

چکیده:

در تحقیق حاضر، عصاره پلی ساکارید محلول در آب پادینا (*Padina astraulis*) در غلظت‌های 0، 0/5، 1و 1/5 گرم بر کیلوگرم غذا برای سنجش توانایی عصاره برای بهبود فعالیت آنزیم‌های گوارشی (آمیلاز، لیپاز، پروتئاز) و شاخص‌های بیوشیمیایی (گلوکز، تری-گلیسیرید، کلسترول، آسپارتات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز) به جیره غذایی میگوی پا سفید غربی (*Litopenaus vannamei*) با میانگین وزنی 1±0/1 گرم اضافه شد. بر طبق تغذیه از این رژیم‌های غذایی به‌مدت 60 روز، بیشترین فعالیت آنزیم‌های پروتئاز و لیپاز در تیمار حاوی 1/5 گرم عصاره پلی ساکارید جلبک بر کیلوگرم غذا مشاهده شد($P<0/05$) و اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد ($P<0/05$). سطح آلبومین و پروتئین تام در تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره پلی ساکارید جلبک به‌طور معنی داری بیشتر از تیمار شاهد بود ($P<0/05$). بیشترین میزان آلبومین و پروتئین تام در تیمار حاوی 1/5 گرم عصاره بر کیلوگرم غذا مشاهده شد. کمترین میزان گلوکز، تری‌گلیسیرید، کلسترول، آسپارتات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز در تیمار حاوی 1/5 گرم عصاره پلی ساکارید جلبک بر کیلوگرم غذا مشاهده شد که اختلاف معنی-داری را در مقایسه با سایر تیمارها نشان دادند($P<0/05$). نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از 1/5 گرم عصاره پلی ساکارید جلبک پادینا بر کیلوگرم غذا ممکن است عملکرد هضم، سلامت کبد و سیستم ایمنی غیر اختصاصی میگوی پاسفید غربی را افزایش دهد.

کلمات کلیدی: عصاره پلی ساکارید، جلبک پادینا، میگوی پاسفید غربی، آنزیم‌های کبدی، آنزیم‌های گوارشی، فراسنجه‌های بیوشیمیایی

Effect of water soluble polysaccharides extracts of algae *Padina astraulis* Hauck on the activity of digestive enzymes and biochemical parameters of *Litopenaeus vanname* shrimp

Paria Akbary[1*]Zahra Aminikhoei[2]
Email: paria.akbary@gmail.com

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

2. Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Offshore Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Chabahar, Iran

Abstract:

The present study, the polysaccharide extract from *Padina astraulis* (PPE) was added to feeds at concentrations of 0, 0.5, 1 and 1.5 g/kg to assess its ability to improve white leg shrimp (*Litopenaus vannamei*) with average weight 1±0.1 g. Following feeding on these diets for 60 days, the highest activity of lipase and protease was shown in treatment containing 1.5 g PPE/kg diet. The levels of albumin and total protein were significantly different in treatments containing different levels of PPE compared with control treatment ($P<0.05$). The lowest GLU, TRI, CHO, ASP.ALT and ALP levels were shown in treatment containing 1.5 g PPE/kg diet compared with other treatments ($P<0.05$). The results of this study showed that inclusion of 1.5 g/kg diet of PPE in commercial feeds might increase the function of digestion, liver health and non specific immunity of *L. vannamei*.

Key words: Polysaccharide extract, *Padina astraulis* algae, *Litopeneaus vannamei*, Liver enzymes, Digestive enzymes, Biochemical parameters

1-مقدمه:

محرک‌های سیستم ایمنی ترکیباتی هستند که غالبا منجر به تحریک غیر اختصاصی سیستم ایمنی بدن می‌شوند معروف‌ترین محرک-های سیستم ایمنی ترکیباتی از دیواره سلولی جلبک‌ها مانند پلی‌ساکاریدها می‌باشند (Xu et al.,2001). آن‌ها ماکرومولکول‌هایی هستند که در صنعت و پزشکی از جلبک‌های قرمز (کاراجنین و آگارن)، جلبک‌های قهوه‌ای (آلژینات و فوکوئیدها) و جلبک‌های سبز (الوان) جداسازی می‌شوند (Graham and Wilcox 2000). هریک از پلی‌ساکاریدها دارای ساختار شیمیایی تعریف شده‌ای هستند که ممکن است بسته به گونه، مراحل زندگی، فصل برداشت، زیستگاه و روش‌های استخراج متفاوت باشند. علاوه بر این ان‌ها از منابع تجدیدپذیر، غیر سمی و قابل دسترس هستند و به‌علت خواص بیولوژیکی برای انواع مختلف برنامه‌های کاربردی مفید می‌باشند (Pomin 2011;Synytsya et al. 2015). فوکوئیدان موجود در ماتریکس مخاطی جلبک‌های قهوه‌ای دارای خواص بیولوژیکی از جمله آنتی اکسیدانی، ضد التهاب، ضد ویروسی، ضد فشارخون، ضد هیپر لپیدمی، ضد هیپوگلیسمی، کاهش دهنده کلسترول ، حمایت کبد و تحریک لیپولیز می‌باشد (Atashrazm et al., 2015; Xu et al., 2001). مطالعات متعددی در ارتباط با اثر عصاره جلبک‌های ماکروسکوپی بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی (Debashi,2017; Mollazaei, 2017; Piexoto *et al*.,2016; Morshedi *et al*., 2017) و پارامترهای بیوشیمیایی خون (Khalafalla and El- Hais, 2015; Madibana *et al*., 2017; Choi *et al*.,2015; Zeinab *et al*.,2015;Shahraki, 2016) گونه‌های مختلف ماهی صورت گرفته است. با توجه به نقش ترکیبات پلی ساکارید موجود در جلبک دریایی در تقویت سیستم ایمنی، حفاظت کبد و متابولیسم چربی و قند از این تحقیق با هدف بررسی اثر عصاره پلی ساکارید محلول در آب جلبک پادینا بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی و شاخص‌های بیوشیمیایی میگوی پاسفید غربی صورت گرفت..

2-مواد و روش:

1000 قطعه پست لارو میگوی پاسفید غربی با میانگین وزنی 1±0/1 گرم پس از خریداری از مرکز تکثیر میگوی آقای مهندس مدنی از شهرستان کنارک توسط کیسه‌های دوجداره (حاوی دو سوم هوا و یک سوم آب) به مرکز تحقیقات شیلات آب‌های دور چابهار انتقال داده شد. به‌منظور سازگاری با شرایط آزمایشگاهی (دمای آب 2±29 درجه سانتی‌گراد، اکسیژن 0/5±7 میلی‌گرم بر لیتر، اسیدیته 7/5 و شوری 0/35±33/2 گرم بر لیتر)، به‌مدت 2 هفته قبل از شروع آزمایش، با جیره تجاری شرکت شرکت هوورراش بوشهر (39 درصد پروتئین، 7 درصد چربی، 8 درصد خاکستر و 5 درصد رطوبت) با سه وعده (8 صبح، 13 بعد ازظهر و 17 عصر) معادل 5 درصد وزن بدن تغذیه شدند. سپس پست لاروها با تراکم 50 قطعه به 12 مخزن پلاستیکی 60 لیتری به صورت تصادفی انتقال داده شدند. هوادهی به هریک از مخازن توسط یک پمپ هواده مرکزی که متصل به شلنگ های هواده و سنگ هوا بود صورت گرفت و روزانه 30 درصد آب هریک از مخازن تعویض گردید. تیمارها شامل، تیمار شاهد که تنها به غذای کنسانتره تغذیه شد و تیمار 2، 3 و 4 که به ترتیب با جیره غذایی حاوی 0/5، 1 و 1/5 گرم عصاره جلبک پادینا بر کیلوگرم غذا تغذیه شدند. هر تیمار دارای سه تکرار بود و هر 15 روز یک بار جهت محاسبه میزان غذا برای وزن کل زیست توده هر مخزن زیست سنجی صورت گرفت (Akbary and Aminikhoei,2018). در آذر ماه 1395 هنگام جذر، جلبک پادینا از سواحل دریا بزرگ بندر چابهار جمع‌آوری و پس از تائید با کلید شناسایی مرکز تحقیقات شیلات، با آب مقطر شست وشو داده شدند سپس در مجاورت سایه خشک و توسط میکسر پودرشدند. به منظور استخراج پلی ساکارید جلبک از روش Tabarso و همکاران (2012) استفاده شد. پلی ساکارید استخراج شده با سطوح 0، 0/5، 1 و 1/5 گرم بر کیلوگرم غذا به‌همراه نسبت مشخص (1:1) روغن و آب مقطر (40 میلی‌لیتر) به غذای تجاری میگو به‌صورت کامل اسپری شد و پس از خشک شدن جیره‌ها در مجاورت هوا آن‌ها تا زمان مصرف در دمای 20- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Choi *et al*., 2015). نمونه برداری از روده 6 قطعه میگو به‌صورت تصادفی از هرتیمار به‌منظور سنجش فعالیت آنزیم‌های گوارشی صورت گرفت ابتدا پس از 24 ساعت قطع غذادهی، در مجاورت یخ کالبد شکافی صورت گرفت و با دقت روده جدا شد سپس پس از شستشو با سرم فیزیولوژی، به‌همراه محلول بافر فسفات سرد با اسیدیته 7 (1:10 حجم / وزن) به‌مدت دو دقیقه هموژن گردید. و در دور 10000 دور در دقیقه به‌مدت 30 دقیقه در دمای 4 درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید و محلول رویی حاصل از هر نمونه جمع آوری

و تا زمان انجام آنالیز در دمای 20- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Atli and Canli,2010). جهت سنجش شاخص‌های بیوشیمیایی از 6 قطعه میگو از هر تیمار به‌صورت تصادفی استفاده شد. میگوها با استفاده از محلول بافر فسفات (1:10) (w/v) (حاوی 8 گرم کلید سدیم، 0/2 گرم کلرید پتاسیم، 1/42 گرم هیپو فسفات سدیم، 0/24 گرم هیپوفسفات پتاسیم در اسیدیته 7/2) در مجاورت یخ هموژنیزه شدند و محلول حاصل از هموژنیزه شده با دور 1610 دور در دقیقه به‌مدت 10 دقیقه در دمای 4 درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید و سپس محلول رویی حاصل از هر نمونه جمع آوری و تا زمان انجام آنالیز در دمای 20- درجه سانتی-گراد نگهداری شدند (Akbary and Aminikhoei, 2018).جهت سنجش فعالیت آنزیم‌های گوارشی از کیت‌های تهیه شده از شرکت پارس آزمون تهران و دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل CA-400، شرکت Furuno ژاپن) استفاده شد. میزان فعالیت آنزیم پروتئاز به روش King (1972) طول موج 410 نانومتر، میزان میزان فعالیت آنزیم لیپاز به‌روش Furne و همکاران (2005) در طول موج 415 نانومتر و فعالیت آنزیم آمیلاز بر اساس روش Natalia و همکاران (2004) در طول موج 480 نانومتر، مورد سنجش قرار گرفتند. فعالیت آنزیم‌ها برار تیمار با سه تکرار و بر اساس واحد بر میلی‌گرم پروتئین بافت بیان شدند.سنجش گلوکز، آلبومین و گلوبین (Thomas,1998)، کلسترول و تری‌گلیسرید (Rifai et al.,1999) و فعالیت آسپارتات آمینوترانسفراز (ASP)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT)، آلکالین فسفاتاز (ALP) (Thomas,1998)، با استفاده از کیت‌های تهیه شده از شرکت پارس آزمون تهران و با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل CA-400، شرکت Furuno ژاپن) انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌روش تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) در سطح اطمینان 95 درصد ($P<0/05$) و با استفاده از نرم افزار SPSS19 انجام شد. نرمال بودن داده‌ها بر اساس آزمون کالموگراف اسمیرنف مورد ارزیابی قرار گرفت برای مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. داده‌های آماری به‌صورت میانگین± خطای استاندارد گزارش شد.

3-نتایج و بحث:

میزان فعالیت آنزیم‌های لیپاز، آمیلاز و پروتئاز روده میگوی پاسفید غربی تغذیه شده با رژیم‌های غذایی مختلف در پایان دوره آزمایش (روز60) در جدول 1 آورده شده است. تغییرات غذا و مکمل‌های غذایی بر تولید آنزیم‌های گوارشی درون‌زا و برون‌زا موثر می‌باشند (Sunde et al.,2001). از فعالیت آنزیم‌های گوارش به‌عنوان شاخص جهت سنجش کارایی مصرف غذا و عملکرد هضم استفاده می‌شود (Ueberschar , 1995). در این تحقیق نتایج نشان داد که افزایش سطوح فعالیت آنزیمی حاصل از رژیم غذایی حاوی سطوح مختلف عصاره پلی ساکارید محلول در آب جلبک پادینا می‌تواند هضم پروتئین، نشاسته، چربی و سلولز را بهبود بخشد. با توجه به این‌که تحقیقی در ارتباط با اثر عصاره پلی ساکارید محلول در آب جلبک‌های دریایی بر روی فعالیت آنزیم‌های گوارشی آبزیان صورت نگرفته است و اکثر مطالعات انجام شده به بررسی اثر عصاره خام این جلبک‌ها بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی آبزیان پرداخته اند. لذا مقایسه نتایج این مطالعه با تحقیقات صورت گرفته بر روی سایر محرک‌های ایمنی انجام گرفته است. Bahram Beigi (2013) گزارش کرد که استفاده هم‌زمان و مجزا پروبیوتیک *Lactobacillus plantarum* و پربیوتیک زایلو الیگوساکارید اختلاف معنی‌داری را در فعالیت آنزیم‌های گوارشی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به‌وجود نیاورد که با نتایج این تحقیق همخوانی نداشت که دلیل عدم همخوانی می‌تواند به میزان انباشتگی روده، گونه آبزی، وضعیت تغذیه، پیچیدگی ساختار سوبسترا، ریتم‌های فیزیولوژیکی، شرایط مختلف آزمایشگاهی و روش‌های مختلف جمع‌آوری نمونه جهت سنجش آنزیم‌های گوارشی مربوط باشد (Higalge et al.,1999; Lopez- vasques et al.,2009). در حالی که Ye و همکاران (2011) نشان دادند که ترکیب پروبیوتیک *Bacillus clausii* و پربیوتیک فروکتوز و مانان الیگوساکارید به جیره غذایی کفشک ماهی زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی شد. Mollazaei . (2017) نشان داد که استفاده از 10 گرم عصاره جلبک الوا (*Ulva rigida*) منجر به افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های گوارشی در ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) شد که با تحقیق حاضر همخوانی داشتند. شواهدی وجود دارد که اثر پربیوتیکی پلی ساکارید جلبک‌های دریایی را بر سلامت حیوانات تایید می‌نماید (Kuda et al.,2005). با توجه به مطالعات انجام شده، در بین کربوهیدرات‌ها اسید آلژنیک و فوکوئیدان موجود در جلبک‌های قهوه‌ای به‌عنوان پربیوتیک در جیره غذایی مورد استفاده قرار گرفته و استفاده آن منجر به کاهش حضور عوامل بیماری‌زا در فلور روده‌ای، افزایش جمعیت باکتری‌های مفید روده از جمله بیفیدوباکترها و در نهایت منجر به افزایش جذب مواد مغذی قابل دسترس در موش شده است (Deville et al., 2007; Lynch et al., 2010; Neyrick et al., 2007; Wang et al., 2006; Kuda et al.,2005). پربیوتیک‌ها از طریق اپی تلیوم روده جذب و با ازدیاد باکتری‌های مفید روده باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آمیلاز، پروتئاز و لیپاز می‌شوند

(Reilly et al.,2008). این باکتری‌ها با ترشح آنزیم‌های خارج سلولی نظیر برخی آنزیم‌های گوارشی نقش مهمی در افزایش فعالیت ویژه این آنزیم‌ها در روده ماهیان دارند و می‌توانند منجر به افزایش قابلیت هضم پذیری پروتئین، چربی و کربوهیدرات می‌شوند (Bairagi et al., 2002).

جدول 2- تغییرات میانگین فعالیت آنزیم‌های گوارشی میگوی پاسفید غربی در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز 60)

فعالیت آنزیم‌ها (واحد بر میلی‌گرم پروتئین)	تیمار			
	1	2	3	4
لیپاز	19/1±23/41^{c}	2±21/64^{c}	2±25/02^{b}	1±30^{a}
پروتئاز	106/7±66/05^{d}	11/11±56/51^{c}	117/10±34/22^{b}	124/13±23/04^{a}
آمیلاز	1±135/56^{c}	139/7±46/52^{b}	147/1±23/77^{a}	1±149/51^{a}

وجود حروف غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است ($P<0/05$). تیمار1 تا 4 به‌ترتیب حاوی 0، 0/5، 1 و 1/5 گرم عصاره جلبک پادینا بر کیلوگرم غذا است.

میزان شاخص‌های بیوشیمیایی میگوی پا سفید غربی در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش در جدول 2 آورده شده است.

با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در زمینه اثر عصاره پلی ساکاریدهای محلول در آب جلبک‌های ماکروسکوپی بر فاکتورهای بیوشیمیایی در آبزیان صورت نگرفته است لذا نتایج این تحقیق با سایر محرک‌های ایمنی مورد مقایسه قرار گرفته است. Andrew و همکاران (2009) نشان دادند که استفاده از پربیوتیک مانان الیگوساکارید در جیره غذایی ماهی روهو (*Labeo rohita*) منجر به افزایش معنی‌دار سطوح پروتئین تام و آلبومین در مقایسه با تیمار شاهد شد. Zeinab و همکاران (2015) نشان دادند که استفاده از سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) در جیره غذایی ماهی تیلاپیای نیل (*Orechromis niloticus*) منجر به کاهش معنی‌دار آنزیم‌های آمینوترانسفراز شد. همچنین Talpur (2014) نشان داد که استفاده از عصار جلبک قرمز (*Pyropia yezoensis*) منجر به کاهش معنی دار سطوح گلوکز و تری‌گلیسیرید در کفشک ماهی ژاپنی شد که با تحقیق حاضر همخوانی داشتند می‌توان گفت که افزایش پروتئین و آلبومین احتمالا نشان‌دهنده بهبود سیستم ایمنی غیر اختصاصی در آبزیان می‌باشد (Andrew et al., 2009) و کاهش آنزیم‌های آمینوترانسفراز احتمالا نشان‌دهنده سلامت سلول‌های کبد می‌باشد (Zeinab et al.,2015). در حالی‌که Akrami و همکاران (2013) نشان دادند که استفاده از 2 و 4 گرم پربیوتیک مانان الگوساکارید بر کیلوگرم غذا در جیره غذایی فیل ماهی (*Huso huso*) تفاوت معنی‌داری را در تمام شاخص‌های بیوشیمیایی اشاره شده در این تحقیق ایجاد ننمود که با نتایج این تحقیق همخوانی نداشت که می‌توان دلیل عدم همخوانی را به گونه آبزی، نوع پربیوتیک و میزان غلظت پربیوتیک مورد استفاده مربوط دانست (Akrami et al., 2013). سطح کلسترول و فشارخون بالا، علل بیماری قلبی و عروقی است (Kim and Lee, 2012). پلی ساکاریدهای حاصل از جلبک‌های دریایی مانند آلژینات، کاراجنین، الوان، لامیناران، فوکوئیدان و پورفیران قادر به هیپولیپیدمی و کاهش جذب کلسترول از روده می‌باشند(Palasiqui et al.,2003). به‌ویژه، فوکوئیدان در جلبک‌های قهوه‌ای دارای اثرات ضد فشار خون و هیپوگلسیمی است و در بهبود مرفولوژی و عملکرد سلول، تسریع ترشح انسولین، تحریک مصرف قند در بافت کبد و ماهیچه، کاهش رادیکال‌های آزاد اکسیژن، کاهش لیپید خون موثر است (Li et al., 2001). به‌علاوه دارای توانایی کاهش کلسترول از طریق فعال نمودن لیستین کلسترول آسیل ترانسفراز و کاهش تری‌گلیسیرید از طریق فعال نمودن آنزیم لیپاز می‌باشد (Park et al.,2011).

جدول2. تغییرات میانگین (میانگین± خطای معیار) شاخص‌های بیوشیمیایی میگوی پا سفید غربی در تیمارهای مختلف درپایان دوره آزمایش

	تیمار			
	1	2	3	4
پروتئین تام (گرم بر دسی لیتر)	3/0±53/1^{d}	3/0±91/80^{c}	4/0±43/15^{b}	5/0±06/2^{a}

گلوکز (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	106/5±233/50[a]	1±99[b]	93/3±56/21[b]	1±84/07[c]
کلسترول(میلی‌گرم بر دسی لیتر)	46/1±56/52[a]	1±37[b]	1±33/12[c]	1±29/2[d]
تری گلیسیرید (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	98/3±56/66[a]	90/2±37/51[a]	75/2±36/08[c]	70/3±23/41[d]
آلبومین (گرم بر دسی لیتر)	1/0±79/6[d]	2/0±10/10[c]	3/0±6/20[b]	3/0±13/15[a]
گلوبولین (گرم بر دسی لیتر)	1/0±77/04[a]	1/0±81/01[a]	1/0±83/15[a]	1/0±93/11[a]
آلانین آمینو ترانسفراز (واحد بر لیتر)	1±86/09[a]	79/1±23/52[b]	72/2±13/08[c]	64/1±36/49[d]
آسپارتات آمینوترانسفراز (واحد بر لیتر)	2±78[a]	74/2±23/44[a]	1±68/34[b]	54/2±18/04[c]
آلکالین فسفاتاز (واحد بر لیتر)	48/1±85/32[a]	39/1±43/13[b]	31/2±23/09[c]	22/1±52/14[d]

حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارهای آزمایشی است ($P<0/05$). میانگین داده‌ها بر اساس واریانس یک طرفه مورد مقایسه قرار گرفتند. تیمار 1 تا 4 به‌ترتیب حاوی 0، 0/5، 1، 0 و 1/5 گرم عصاره جلبک پادینا بر کیلوگرم غذا است.

بر اساس نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، می‌توان گفت که استفاده از سطوح مختلف عصاره پلی ساکارید محلول در آب جلبک پادینا در جیره غذایی میگوی پاسفید غربی منجر به اثرات معنی‌دار مثبتی بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی و پارامترهای بیوشیمیایی اعم از متابولیسم چربی، قند، سلامت کبد و تقویت سیستم ایمنی غیر اختصاصی شد و بهینه‌ترین سطح 1/5 گرم بر کیلوگرم غذا گزارش شد. لذا استفاده از غلظت 1/5 گرم عصاره پلی ساکارید محلول در آب جلبک پادینا به‌منظور بهبود کارایی مصرف غذا، هضم، هیپولیپیدمی، هیپوگلسیمی، سلامت کبد و سیستم ایمنی غیر اختصاصی در پرورش میگوی پاسفید غربی پیشنهاد می‌گردد.

4-منابع:

1. Akbary, P.;| 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: 2503–25101
2. Akbary, P.; Shahraki, N., 2016. Effect of *Padina atraulis* extract on growth, feed, fatty acids profile and carcass composition in *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758.Iranian Scientific Fisheries Journal, 25 (2): 160-170.
3. Akrami, R.;Razeghi Mansour, M.; Ghobadi, Sh.; Ahmadifar, e.; Shaker Khoshroudi, M.; Moghimi Haji, M.S., 2013. Effect of prebiotic mannan oligosaccharide on hematological and blood serum biochemical parameters of cultured juvenile great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus,1754).Journal of Applied Ichthyology, 29(6): 1–5.
4. Atashrazm, F.; Lowenthal, R.M.; Woods, G.M.; Holloway, A.F.; Dickinson, J.L., 2015. Fucoidan and cancer: a multifunctional molecule with anti-tumor potential. Marine Drugs, 13: 2327–2346.
5. Atli, G.; Canli, M., 2010. Response of antioxidante systemof freshwater fish *Oreochromis niloticus* to acute and chronic metal(Cd, Cu, Cr, Zn, Fe) exposures. Ecotoxicology and Environmental Safety, 73: 1884-1889.
6. Andrews, S. R.; Sahu, N. P.; Pal, A. K.; Kumar, S., 2009: Haematological modulation and growth of *Labeo rohita* fingerlings: effect of dietary mannan oligosaccharide, yeast extract, protein hydrolysate and chlorella. Aquaculture Research, 41:61–69.
7. Bahram Beigi, M.,2013. Study of using synbiotic Lactobacillus plantarumprobiotic andxylo oligosaccharidesprebiotic on growth indices, digestive enzymes activity, immune responses and environmental shocks in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Thesis of Master of Science, Urmia University, 107 p (In Persian).
8. Bairagi, A.; Sarkar Ghosh, K.; Sen, S.K.; Ray, A.K., 2002. Enzyme producing bacterial flora isolated from fish digestive tracts.Aquaculture, 10:109-121.
9. Choi, Y.H.; Lee, B.J.; Nam, T.J., 2015. Effect of dietary inclusion of *Pyropia yezoensis* extracts on biochemical and immune responses of olive flounder *Paralichthys olivaceus* Aquaculture, 435;347-353.
10. Debashi, F., 2017. Effect of red seaweed, *Jania adhaerens* extract on the growth performance, feed utilization, body composition and digestive enzymatic activities of grey mullet *Mugil cephalus*. M.Sc thesis. Marine Sciences Department, Chabahar Maritime University. 60 p. (In Persion)
11. Deville, C.; Damas, J.; Forget, P.; Dandrifosse, G.; Peulen, O.,2004.Laminarin in the dietary fiber concept. Journal of the Science ofFood and Agriculture, 84: 1030-1038.
12. Esiobu, N.; Armenta, L.; Ike, J., 2002. Antibiotic resistance in soil and water environments. International Journal of Environmental Health Research, 12: 133–144.
13. Furne, M.; Hidalgo, M.C.; López, A.; García-Gallego, M.; Morales, A.E.; Domenzain, A.; Domezain, J.; Sanz, A., 2005. Digestive enzyme activities in Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. A comparative study, Aquaculture, 250(1-2): 391-398.
14. Hidalgo, M. C.; Urea, A.; Sanz, A.,1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. Aquaculture, 170: 267-283.
15. Khalafalla, M.M.; El-Hais, A.M.A., 2015. Evaluation of Seaweeds Ulva rigida and Pterocladia capillaceaas Dietary Supplements in Nile Tilapia Fingerlings. Journal of Aquaculture Research & Development, 6 (3): 1-5.

16. Kim, K.J.; Lee, B.Y., 2012. Fucoidan from the sporophyll of Undaria pinnatifidasuppresses adipocyte differentiation by inhibition of inflammation-related cytokines in 3T3-L1 cells. Nutrition Research, 32: 439–447.
17. King, J., 1972. Practical clinical enzymology. 2nd ed, London:the University of Michigan press;. P. 250-286.
18. Kuda, T.; Yano, T.; Matsuda, N.;Nishizawa, M.,2005. Inhibitory effects of laminaran and low molecular alginate against the cells accompanied by activation of caspase-3 and down-regulation of ERK pathways. American Journal of Hematology, 78:7-14.
19. Kumar, P N J.; Jyothsana, S.; Reddy, M H.; Sreevani, S., 2013. Effect of *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus rhamnosus* incorporated probiotic diet on growth pattern and enzymes in *Penaeus vannamei*. International journal of Life Science and Pharma Research, 3 (4): 6-11.
20. Li, D.Y.; Xu, Z.; Huang, L.M.; Wang, H.B.; Zhang, S.H., 2001. Effect of fucoidan of L. japonicaon rats with hyperlipidaemia. Food Science, 22: 92–95.
21. Lopez-Vasquez, K.; Castro-Perez, C. A.; Val, A. L.,2009. Digestive enzymes of eight Amazonian teleosts with different feeding habits. Journal of Fish Biology, 74: 1620-1628.Lynch, M. B.; Sweeney, T.; Callan, J. J.; O'Sullivan, J. T.;O'Doherty, J. V., 2010. The effect of dietary Laminaria derived laminarin and fucoidan on intestinal microflora and volatile fatty acid concentration in pigs.Livestock Science, 133: 157e160
22. Madibana, M.J.; Mlambo, V.; Lewis, B.; Fouché, C., 2017. Effect of graded levels of dietary seaweed (Ulvasp.) on grow hematological and serum biochemical parameters in dusky *Argyrosomus japonicus*, sciaenidae. Egyptian Journal of Aquatic Research, 107:1-5.
23. Mollazaei, E., 2017. Effect of Effect of different levels of dietary supplementation of *Ulva rigida* extract on growth performance, body chemical compositions and digestive enzymes in grey mullet , *Mugil cephalus* Linnaeus 1758. M.Sc thesis. Marine Sciences Department, Chabahar Maritime University. 60 p. (In Persion).
24. Morshedi, V.; Nafisi Bahabadi, M.; Sotoudeh, E.; Azodi, M.; Hafezieh, M., 2017. Nutritional evaluation of *Gracilaria pulvinata* as partial substitute with fish meal in practical diets of barramundi (*Lates calcarifer*) .Journal of Applied Phycology, 2: 1-11.
25. Natalia, Y.; Hashim, R.; Ali, A.; Chong, A., 2004. Characterization of digestive enzymes in a carnivorous ornamental fish, the Asian bony tongue *Scleropages formosus* (Osteoglossidae). Aquaculture, 233(1-4): 305–320
26. Neyrinck, A. M.; Mouson, A.; Delzenne, N. M., 2007. Dietary supplementation with laminarin, a fermentable marineb(1e3) glucan, protects against hepatotoxicity induced by LPS in rat bymodulating immune response in the hepatic tissue.International Immunopharmacology, 7: 1497-1506.
27. Panlasigui, L.N.; Baello, O.Q.; Dimatangal, J.M.; Dumelod, B.D., 2003. Blood cholesterol and lipidlowering effects of carrageenan on human volunteers. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 12:209–214.
28. Park, M.K.; Jung, U.; Roh, C., 2011. Fucoidan from marine brown algae inhibits lipid accumulation. Marine Drugs. Electronic Resource, 9: 1359–1367.
29. Peixoto, M.J.; Svendsen, J.C.; Malte, H.; Pereira, L.F.; Carvalho, P.;, Pereira, R.;Rifai, N.; Bachorik, P. S.; Albers, J. J., 1999. Lipids, lipoproteins and apolipoproteins. In: Burtis CA, Ashwood ER, editors. Tietz Textbook of Clinical Chemistry. 3rd ed. Philadelphia: W. B . Saunders Company, 809p
30. Pomin, V.H.,2011. Structure and use of algal sulfated fucans and galactans. In: Kim S-K (ed) Handbook of marine macroalgae: biotechnology and applied phycology. Wiley, Chichister, pp 229–261
31. Ragaza, J.A.; Koshio, S.; Mamauag, R.E.; Ishikawa, M.; Yokoyama, S.; Villamor, S.S., 2015. Dietary supplemental effects of red seaweed *Eucheuma denticulatumon* growth performance, carcass composition and blood chemistry of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture Research, 46:647–657.
32. Reilly, P.; Sweeney, T.; Pierce, K. M.; Callan, J. J.; Julka, A.;O'Doherty, J. V., 2008. The effect of seaweed extracts inclusion ongut health and immune status of the weaned pig. Animal, 2:1465-1473.
33. Shahraki, N., 2016. Effect *of Padina astraulis* Hauck extract on growth, carcass chemical composition, fatty acids and some of liver parameters in grey mullet (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) larvae, M.Sc Thesis. of Marine Sciences Department. Chabahar Maritime University. 60p. (In persion)..
34. Sunde, J.; Taranger, G.; Rungruangsak-Torrissen, K., 2001. Digestive protease activities and free amino acids in white muscle as indicators for feed conversion efficiency and growth rate in Atlantic salmon (Salmo salar L.). Fish Physiology and Biochemistry, 25: 335-345.
35. Synytsya, A.; Čopíková, J.; Kim, W.J.; Park, Y.I., 2015. Cell wall polysaccharides of marine algae. In: Kim S-K (ed) Springer handbook of marine biotechnology. Springer, Berlin, pp 543–590
36. Tabarsa, M.; Rezaei, M.; Ramezanpour, Z.; Waaland, J.R., 2012. Chemical compositions of the marine algae *Gracilaria salicornia (*Rhodophyta) and *Ulva lactuca*(Chlorophyta) as a potential food source. Journal of Science Food Agriculture, 92:2500–2506.
37. Talpur, A.D., 2014. *Mentha piperita* (Peppermint) as feed additive enhanced growth performance, survival, immune response and disease resistance of Asian seabass,*Lates calcarifer* (Bloch) against *Vibrio Harvey* iinfection. Aquaculture, 420-421: 71-78.
38. Thomas, L., 1998. Clinical Laboratory Diagnostics.1st ed. Frankfurt: TH-Books Verlagsgesellschaft ,652P.
39. Ueberschar, B., 1995. The use of tryptic enzyme activity measurement as a nutritional condition index: laboratory calibration data and field application. ICES Marine Science Symposium, 201:119–129.
40. Xue, C.H.; Fang, Y.; Lin, H.; Chen, L.; Li, Z.J.; Deng, D.; Lu, C.X., 2001. Chemical characters and antioxidative properties of sulfated polysaccharides from Laminaria japonica. Journal of Applied Phycology, 13(1): 67–70.
41. Ye, J. D.; Wang, K.; Li, F. D.; Sun, Y. Z.,2011. Single or combined effects of fructo- and mannan oligosaccharide supplements and Bacillus clausiion the growth, feed utilization, body composition, digestive enzyme activity, innate immune response and lipid metabolism of the Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture Nutrition, 17: 902-911.
42. Zeinab, A. K.; Aly, M.S.; Faiza, A. K.; Fatma, E. M., 2015. Effect of *Spirulina platensisand Lactobacillus rhamnosuson* growth and biochemical performance of Nile Tilapia((*Oreochromis niloticus*) fingerlings.International Journal of Current Microbiology Applied Science, 4(4): 747-763.