



## اثر سطوح مختلف پودر جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس *Spirulina platensis* در عملکرد رشد و بازماندگی پست لارو میگوی *Palaemon elegans*

سحر خورشیدی سدهی<sup>۱</sup>، نادر شعبانی پور<sup>۲\*</sup>، حمید علاف نویریان<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری گروه بیولوژی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲. استاد گروه بیولوژی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳. دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، صومعه سرا، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۸

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۵/۲۲

### چکیده

آبزی پروری مطلوب نیازمند معیارهای مختلفی است که در این میان انتخاب غذای مناسب با پتانسیل لازم از اهمیت خاصی برخوردار است. این مطالعه با هدف تعیین اثر سطوح مختلف پودر جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس بر شاخص‌های رشد و درصد بازماندگی پست لارو میگوی *Palaemon elegans* به مدت چهار هفته انجام شد. میانگین وزن و طول اولیه پست لاروها به ترتیب برابر ۰/۱۳۲ گرم و ۶/۸۸ میلی متر بود. چهار جیره غذایی متشکل از غذاهای حاوی پودر جلبک اسپیرولینا در سطوح جایگزینی ۳، ۵، ۸ و ۱۰ درصد و یک جیره شاهد بدون پودر جلبک اسپیرولینا آماده شدند. شاخص‌های رشد در تیمار شاهد (فاقد جلبک) از کمترین میزان برخوردار بود و با تیمارهای ۵، ۸ و ۱۰ درصد جلبک اسپیرولینا تفاوت معنی‌دار داشت ( $p < 0/05$ ). بین شاهد (فاقد جلبک) و تیمار تغذیه شد با جلبک خالص فقط در افزایش بیومس تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ( $p < 0/05$ ). بین گروه تغذیه شده با جلبک خالص و تیمار ۳ درصد در طول نهایی و افزایش طول تفاوت معنی‌دار نبود ( $p < 0/05$ ). ولی در دیگر شاخص‌های رشد با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار بود. ( $p < 0/05$ ). بهترین شاخص‌های رشد زمانی مشاهده شد که میگوها توسط پودر جلبک ۵ درصد تغذیه شدند ( $p < 0/05$ ). در مقایسه بین تیمارهای ۳، ۸ و ۱۰ درصد پودر جلبک، فقط بین تیمار ۳ و ۱۰ درصد پودر جلبک در طول نهایی و افزایش طول، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ( $p < 0/05$ ). همچنین میزان بازماندگی تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها کمتر بوده و تفاوت معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ ). به طور کلی بر اساس نتایج این تحقیق اضافه کردن ۵ درصد پودر جلبک اسپیرولینا بهترین نتیجه را در رشد و بازماندگی پست لارو میگوی *P. elegans* نشان داد.

واژگان کلیدی: ریز جلبک، سخت پوست، دوره لاروی، پرورش، میگو



## The effect of dietary-*Spirulina platensis* algae powder in growth performance and Survival rates of *Palaemon elegans* shrimp post larvae

Sahar Khorshidi Sedehi<sup>1</sup>, Nader Shabanipour<sup>2\*</sup>, Hamid Alaf Noveirian<sup>3</sup>

1. Ph.D Student, Department of Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran

2. Professor, Department of Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran

3 Associate Professor, Department of Fishery, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Rasht, Iran.

Received: 13-Aug-2021

Accepted: 09-Sep-2021

### Abstract

Optimal aquaculture requires various criteria, among which the choice of food with the necessary potential is of particular importance. The aim of this study was to determine the effect of different levels of *Spirulina platensis* algae powder in shrimp diet on growth indices and survival percentage of *Palaemon elegans* shrimp larvae during a four week- culture period. The mean initial weight and length of post larvae were 0.0132 (g) and 6.88 (mm). Four diets consisting of the *spirulina* algae powder were prepared and substituted at 3, 5, 8 and 10 percent in a base shrimp diet as treatments and a control diet was without spirulina algae powder. Growth indices in the control treatment (without algae) had the lowest rate and was significantly different from treatments of 5, 3, 8 and 10 percent of *spirulina* algae ( $P<0/05$ ). There was a significant difference between control and treatment fed with pure algae only in increasing total biomass ( $P<0/05$ ). There was no significant difference between the group fed with pure algae and 3 percent treatment in the final length and increase of length ( $P<0/05$ ), but the differences were significant in other growth indices with other treatments ( $P<0/05$ ). The best growth indices were observed when shrimps were fed by 5 percent algae powder ( $P<0/05$ ). in comparison between treatments of 3, 8 and 10 percent algae powder, the only significant difference observed in the final length, and an increase in length was detected in treatments 3 and 10 percent algae powder ( $P<0/05$ ). Also, the survival rate in control treatment was significantly lower than other treatments ( $P<0/05$ ). In general, based on the results of this study, the diet containing the 5 percent of *spirulina* algae powder showed the best results in the growth and survival of *P. elegans* shrimp post larvae.

**Keywords:** Microalgae, Crustacean, Larval period, Breeding, shrimp

## ۱. مقدمه

این ریزجلبک دارای ترکیبات فعال زیستی متعددی است که می‌تواند برای استفاده تجاری به کار رود (Priyadrashani et al., 2012). این جلبک به علت شناور بودن در آب نیازی به ساختن دیواره سلولی سلولزی ندارد. لذا فقدان دیواره‌های سلولزی باعث می‌شود تا با همضم آسانتر و سریع‌تر مواد تشکیل دهنده اسپیرولینا بخصوص پروتئین‌ها جذب شوند و در عین حال بیشترین درصد پروتئین در جلبک‌ها نیز مربوط به این جلبک بوده که این دو عامل سبب برتری اسپیرولینا نسبت به سایر جلبک‌ها می‌گردد (Drankbasi et al., 2010). اکثر مطالعات قبلی در جیره‌های غذایی آبزیان، نشان از اثرات مثبت استفاده از جلبک اسپیرولینا بر رشد و بازماندگی، هم‌آوری، رنگپذیری، ایمنی و شاخصه‌های خونی داشته است (Jaime et al., 2006; Regantan and Wesley, 2012; Guru et al., 2006). اگرچه مطالعاتی در زمینه استفاده از پودر اسپیرولینا در جیره غذایی ماهیان و سخت‌پوستان صورت گرفته است ولی در زمینه اثرات استفاده از این جلبک بر شاخص‌های رشد، و بقای میگوی *P. elegans* به ثبت نرسیده است. بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات سطوح مختلف پودر جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس بر شاخص‌های رشد و بازماندگی پست لارو میگوی *P. elegans* طراحی و اجرا گردید.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲.۱. تهیه جلبک و ساخت غذاها

پودر اسپیرولینا از شرکت ریزجلبکی پارسیان، رشت، ایران تهیه شد. ترکیبات شیمیایی تقریبی و پروفایل اسید چرب این پودر در جدول ۱ آورده شده است. سپس این ریزجلبک با توجه به تیمارهای تعیین شده در ۴ سطح ۳، ۵، ۸ و ۱۰ درصد به جیره پایه اضافه شد (غذای تجاری تروپیکال لهستان مخصوص میگو). ترکیبات شیمیایی تقریبی جیره پایه در جدول ۲ آمده است. برای آماده سازی جیره‌های آزمایشی، غذای تجاری در آسیاب برقی

میگوی پالامون الگانس *Palaemon elegans* طی سال‌های ۱۳۰۹ تا ۱۳۱۳ توسط کارشناسان روسی از دریای سیاه به دریای خزر آورده شد و هم‌اکنون به این منبع آبی پیوند خورده است (Codelina, 1950; Abdolmalaki et al., 2003). این میگو جایگاه ویژه‌ای در زنجیره غذایی به عنوان یک موجودات کف‌زی و نزدیک به بستر دارد (Bascinar et al., 2002). در دریای خزر ماهیان اقتصادی مهم از جمله فیل ماهی، ازون برون، شیپ، سوف، پوزانک چشم‌درشت و پوزانک دریای خزر از آن تغذیه می‌کنند و در تغذیه فوک دریای خزر نیز نقش داشته و جزو میگوهای خوراکی نیز محسوب می‌شود (Kasymov et al., 1994). بنابراین، این میگو دارای اهمیت بالای تجاری و اکولوژیکی بوده و به دلیل قابلیت بالا در تولید مثل، توانایی مناسب در برابر تغییرات شوری، پراکنش وسیع در بخش‌های مختلف جهان از جمله دریای خزر، سازگاری با زیستگاه‌های مختلف بویژه شرایط اسارت، یک گونه قابل پرورش و منبع جدید پروتئینی است. یکی از بخش‌های اساسی در آبی‌پروری، تأمین غذای مناسب نمونه پرورشی است. مطالعات قبلی تأکید فراوانی بر تأثیر غذا در میزان رشد، بازماندگی و تولید مثل هر موجود زنده، از جمله میگو دارد (Gallardo et al., 1995). در میگوها بدون شک دوران لاروی، دوران بسیار حساسی است و با توجه به کوچکی لاروها و قدرت شنای محدود آنها لازم است غذایی متناسب با جثه، دهان و نیازهای متابولیکی آنها تأمین گردد (Frances et al., 2000). مطالعات انجام شده روی گونه‌های مختلف میگو نشان داده است که به منظور انتقال مواد ضروری رشد می‌توان از پلانکتون‌های گیاهی برای تغذیه در مرحله پست لاروی استفاده کرد (Drankbasi et al., 2010). در میان جلبک‌ها، ریزجلبک اسپیرولینا به دلیل ارزش تغذیه‌ای زیاد محبوبیت قابل ملاحظه‌ای دارد، که قدمت استفاده از آن به اوایل دهه ۱۹۵۰ برمی‌گردد. اسپیرولینا یک جلبک سبز-آبی، پرسلولی، تاژکدار و مارپیچی شکل است.

به ذکر است که ترکیب جیره غذایی مورد استفاده نیز شامل پودر ماهی، نشاسته ذرت، آرد گندم، گلو تن گندم، جوانه گندم، مخمر آبجو، روغن ماهی، ویتامین های B<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, E, D, C و پودر جلبک اسپیرولینا بود. سنجش ترکیبات شیمیایی جیره ساخته شده، انتهای دوره پرورش به روش AOAC (2000) انجام شد. اندازه گیری پروتئین به روش کج لادال (N× 6/25)، چربی به روش سوکسله با حلال دی اتیل اتر و خاکستر با سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد در کوره الکتریکی انجام شد Hassanpour و همکاران (۲۰۱۸). نتایج تجزیه تقریبی ترکیب شیمیایی جیره های غذایی مورد استفاده در جدول ۳ آورده شده است.

به پودر تبدیل شد و سپس با اضافه کردن مقدار لازم جلبک (۳۰، ۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ گرم پودر جلبک و مقادیر جیره آزمایشی، در صدهای جلبک در جیره تعیین شد) و با اضافه کردن مقداری آب ولرم بصورت خمیر در آورده شد. سپس بصورت لایه های نازک بر روی فویل آلومینیومی پهن شد. خوراک به مدت یک ساعت در انکوباتور در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت تا خشک گردد. پس از آن بصورت دستی به قطعات کوچک متناسب با اندازه لارو خرد گردید (Bernaqua, 2008). غذای آماده و خشک پس از بسته بندی در کیسه های نایلونی تا پایان دوره آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد (Arulvasu et al., 2013). لازم

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی پودر جلبک اسپیرولینا (درصد).

رطوبت	خاکستر	پروتئین	چربی
۱۱/۱۵	۷/۰۱	۶۹/۳۹	۵/۶

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی غذای تجاری تروپیکال لهستان.

رطوبت	خاکستر	پروتئین	چربی	فیبر
۱۰	۱۰/۵	۴۰	۱۰	۴/۵

جدول ۳- تجزیه تقریبی ترکیب شیمیایی جیره های غذایی مورد استفاده.

رطوبت	خاکستر	پروتئین	چربی	فیبر	
۱۰	۱۰/۵	۴۰	۱۰	۴/۵	شاهد
۱۰/۵	۱۱/۷	۴۰/۹	۶/۱	۳/۸	تیمار ۳٪
۱۰/۵	۱۱/۵	۴۱/۵	۶/۳	۴/۱	تیمار ۵٪
۱۰	۱۱	۴۲/۴	۶/۵	۴/۸	تیمار ۸٪
۱۰	۱۰/۷	۴۳/۲	۶/۷	۵/۹	تیمار ۱۰٪
۱۱/۱۵	۷/۰۱	۶۹/۳۹	۵/۶	-	تیمار ۱۰۰٪

## ۲.۲. طرح و تیمارهای آزمایش

تیمارهای آزمایشی شامل تیمار (۰) شاهد (بدون استفاده از پودر جلبک)، اسپیرولینا با جایگزینی ۰.۳، ۰.۵، ۰.۸ و ۱.۰ درصد و اسپیرولینا بصورت خالص (درصد ۱۰۰) با ۳ تکرار بود. غذادهی، روزانه برحسب اشتها (بر اساس مشاهدات و مدت زمان مصرف غذا توسط میگوها) به صورت دستی به میزان اشباع و تا حد سیری، در ۴ نوبت، در ساعات ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ از اولین مرحله پست لارو به مدت ۴ هفته انجام شد (Wang et al., 2015). پست لاروها از مولدین صید شده از دریای خزر به دست آمدند و در آزمایشگاه زیست دریای دانشکده علوم دانشگاه گیلان تخم ریزی کردند. تعداد ۴۱۴ قطعه پست لارو با متوسط وزن و طول به ترتیب ۰/۰۱۳۲ گرم و ۶/۸۸ میلی متر به ۱۸ آکواریوم‌های شیشه‌ای که از قبل شسته و با پرمنگنات پتاسیم ضدعفونی شده منتقل گردیدند. هر آکواریوم حاوی ۳۰ لیتر آب و تعداد ۲۳ قطعه لارو بود. آکواریوم‌ها طی مدت آزمایش بصورت ملایم هوادهی شدند هر کدام از آنها به پناهگاه و بیوفیلتر مجهز شدند.

## ۲.۳. اندازه‌گیری پیراسنج‌های کیفی آب

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی شامل دما، اکسیژن و شوری بصورت روزانه و pH بصورت هفتگی اندازه‌گیری شد. دمای آب ۲۴ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد، شوری ppt ۱۰ گرم در لیتر، پی-اچ آب pH ۷/۷۵ تا ۸ و اکسیژن محلول آب ۷/۱۵ تا ۷/۹۵ میلی گرم در لیتر در نوسان بود. برای ارزیابی عملکرد رشد از هر تکرار ۱۰ پست لارو به طور تصادفی نمونه برداری شد.

## ۲.۴. زیست‌سنجی و تعیین شاخص‌های رشد لاروها

طول کل از ابتدای پایه چشمی تا انتهای تلسون با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۵ میلی متر اندازه‌گیری شد. همچنین وزن انفرادی آنها نیز با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم ثبت گردید. با شمارش تعداد لاروهای هر تکرار در پایان دوره آزمایش و در نظر گرفتن تعداد لاروهای ذخیره شده اولیه براساس

فرمول‌های زیر در صد بازماندگی و پشخص‌های مرتبط با عملکرد رشد در طی ۲۸ روز تغذیه با جلبک اسپیرولینا سنجیده شد (Immanuel et al., 2001).

WG = افزایش وزن

متوسط وزن اولیه لارو میگو - متوسط وزن پایانی لارو میگو

LG = افزایش طول

متوسط طول اولیه لارو - متوسط طول ثانویه لارو

SGR = نرخ رشد ویژه

$$\times 100 = \frac{\text{لگاریتم طبیعی وزن اولیه لارو} - \text{لگاریتم طبیعی وزن پایانی لارو}}{\text{دوره پرورش}}$$

GR = سرعت رشد

$$\text{متوسط وزن اولیه لارو میگو} - \text{متوسط وزن پایانی لارو میگو}$$

دوره پرورش

$$\times 100 = \frac{\text{تعداد لاروها در ابتدای دوره}}{\text{تعداد لاروها در انتهای دوره}} \text{ (SR) درصد بازماندگی}$$

IB = افزایش بیومس

میزان بقا  $\times$  متوسط وزن اولیه لارو میگو - متوسط وزن پایانی لارو میگو

## ۲.۵. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

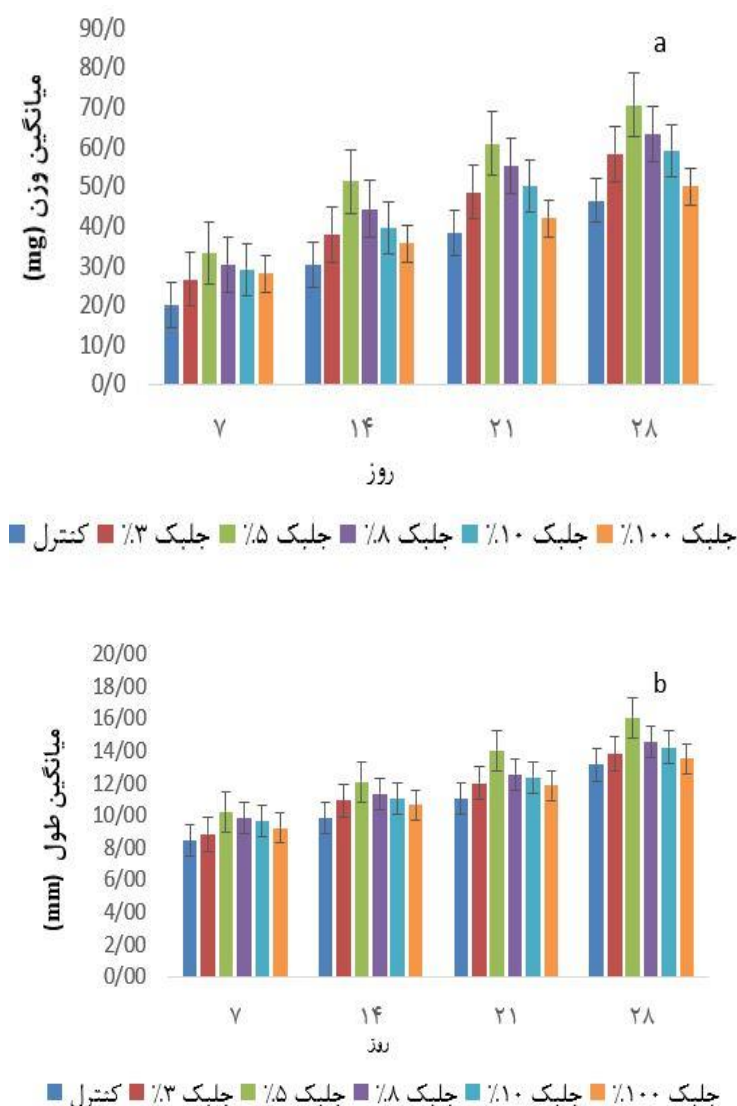
برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. پیش از تجزیه و تحلیل، طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف ارزیابی شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها بین تیمارها از روش‌های تجزیه واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون آماری دانکن در سطح اعتماد ۹۵ درصد استفاده شد. همچنین رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت (Dabramo et al., 2006).

## ۳. نتایج

نتایج شاخص‌های رشد و بازماندگی پست لارو میگوی پالامون الکانس در تیمارهای مربوط به سطوح مختلف پودر

بقیه ی تیمارهای جلبکی تفاوت معنی داری وجود داشت و کمتر بود ( $p < 0/05$ ). بهترین شاخص های رشد در تیمار تغذیه شده با ۵ درصد پودر جلبک اسپیرولینا مشاهده شد و با تمامی تیمارها تفاوت معنی دار داشت ( $p < 0/05$ ). همچنین همانطور که در نمودار شکل ۱ دیده می شود مشخص شد که میزان رشد پست لاروهای میگوی *P. elegans* تغذیه شده با ۵ درصد جلبک اسپیرولینا در تمامی هفته ها با اختلاف معنی داری بالاتر از سایر تیمارها بود ( $p < 0/05$ ). در بین تیمارهای ۳، ۸ و ۱۰ درصد پودر جلبک، فقط بین تیمار ۳ و ۱۰ درصد در طول نهایی و افزایش طول، تفاوت معنی داری مشاهده شد ( $p < 0/05$ ).

اسپیروولینا به ترتیب در جداول ۴ و ۵ ارائه شده است. شاخص های رشد در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها از کمترین میزان برخوردار بود و با سایر تیمارهای ۳، ۵، ۸ و ۱۰ درصد جلبک اسپیرولینا از لحاظ آماری تفاوت معنی دار داشت ( $p < 0/05$ ). همچنین بین شاهد و تیمار تغذیه شده با جلبک خالص به جز در افزایش زیست توده در بقیه شاخص های رشد تفاوت معنی داری مشاهده نشد ( $p < 0/05$ ). بعد از شاهد، گروه تغذیه شده با جلبک خالص کمترین میزان شاخص های رشد را داشت و به جز در طول نهایی و افزایش طول که با تیمار ۳ درصد تفاوت معنی داری مشاهده نشد، بین تمامی شاخص های رشد این تیمار با



شکل ۱- نمودارهای روند افزایش وزن پست لاروها (a) و طول پست لاروها (b) در تیمارهای مختلف در طول دوره آزمایش.

جدول ۴- میانگین (Mean±SD) شاخص رشد پست لارو میگوی پالامون الگانس تغذیه شده با سطوح مختلف پودر اسپیرولینا در پایان دوره آزمایش.

تیمارهای آزمایشی	شاخص			
	وزن نهایی (mg)	طول نهایی (mm)	افزایش وزن (mg)	افزایش طول (mm)
شاهد	۴۵/۵۱ ± ۵/۶۲ c	۱۳/۱۳ ± ۰/۴۱ e	۳۳/۴۰ ± ۵/۶۲ c	۶/۲۵ ± ۰/۴۱ e
تیمار ۳٪	۵۸/۲۳ ± ۵/۰۳ b	۱۳/۸۰ ± ۰/۴۲ cd	۴۵/۳۰ ± ۶/۲۰ b	۶/۹۲ ± ۰/۴۲ cd
تیمار ۵٪	۷۰/۶۳ ± ۵/۸۷ a	۱۶/۰۴ ± ۰/۱۲ a	۵۷/۴۳ ± ۵/۸۷ a	۹/۱۶ ± ۰/۰۱ a
تیمار ۸٪	۶۳/۲۵ ± ۳/۶۴ b	۱۴/۵۳ ± ۰/۵۲ b	۵۰/۰۵ ± ۳/۶۴ b	۷/۶۵ ± ۰/۵۲ b
تیمار ۱۰٪	۵۹/۲۳ ± ۷/۷۷ b	۱۴/۲۳ ± ۰/۴ bc	۴۶/۰۳ ± ۷/۷۷ b	۷/۳۵ ± ۰/۴ bc
تیمار ۱۰۰٪	۵۰ ± ۶ c	۱۳/۵۰ ± ۰/۵۲ de	۳۶/۸۰ ± ۶/۸۰ c	۶/۶۲ ± ۰/۵۲ de

\* حروف غیرهمسان انگلیسی در بالای اعداد در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین گروههای آزمایشی است (Mean±S.D) (P<0/05).

جدول ۵- میانگین (Mean±SD) شاخص رشد و درصد بازماندگی پست لارو میگوی پالامون الگانس تغذیه شده با پودر اسپیرولینا در پایان دوره آزمایش.

تیمارهای آزمایشی	شاخص			
	نرخ رشد ویژه (day <sup>-1</sup> )	افزایش زیست توده (mg)	سرعت رشد (mg)	بازماندگی (%)
شاهد	۴/۴۷ ± ۰/۴ c	۲۹۶۴ ± ۵۰/۹۹ d	۱/۱۸ ± ۰/۲ c	۸۹ ± ۲/۲۵ b
تیمار ۳٪	۵/۲۸ ± ۰/۳۶ b	۴۴۴۱ ± ۶۰/۱۸۳ b	۱/۶۱ ± ۰/۲۲ b	۹۷ ± ۱/۷۵ a
تیمار ۵٪	۵/۹۷ ± ۰/۲۹ a	۵۷۴۳ ± ۵۸۷/۵۵ a	۲/۰۵۱ ± ۰/۲ a	۱۰۰ a
تیمار ۸٪	۵/۵۹ ± ۰/۲ b	۵۰۰۵ ± ۳۶۴/۲۷ b	۱/۷۸ ± ۰/۱۳ b	۱۰۰ a
تیمار ۱۰٪	۵/۳۳ ± ۰/۴۶ b	۴۶۰۳ ± ۷۷۷/۳۳ b	۱/۶۴ ± ۰/۲۷ b	۱۰۰ a
تیمار ۱۰۰٪	۴/۷۲ ± ۰/۴۹ c	۳۶۸۰ ± ۶۸۰/۳۵ c	۱/۳۱ ± ۰/۲۴ c	۱۰۰ a

\* حروف غیرهمسان انگلیسی در بالای اعداد در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین گروههای آزمایشی است (Mean±S.D) (P<0/05).

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که شاخصهای رشد (وزن و طول نهایی، افزایش وزن و طول، نرخ رشد ویژه، سرعت رشد، افزایش زیست توده) افزایش یافته و در تیمارهای ۳، ۵، ۸ و ۱۰ درصد جلبک اسپیرولینا از لحاظ آماری دارای تفاوت معنی داری با گروه شاهد است. نتایج اخیر بیانگر این مطلب است که استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا نه

درصد بازماندگی در تیمار شاهد نسبت به دیگر تیمارها به طور معنی داری از کمترین میزان برخوردار بود (p<0/05). ولی در بین سایر تیمارها میزان بازماندگی ۱۰۰ درصد بوده و تنها تیمار ۳ درصد بازماندگی کمتری داشته ولی با این حال بین این تیمار با سایر تیمارهای تغذیه شده با جلبک نیز در میزان بازماندگی تفاوت معنی داری مشاهده نشد (p<0/05).

کاهش هضم پذیری غذا در دستگاه گوارش جاندار می‌شود (Briggs et al., 2004). در مطالعات دیگری مشخص شد که کاربرد در صدهای کم پودر اسپیرولینا در جیره غذایی میگوی وانامی (*L.vannamei*) به عنوان یک ماده جاذب، واکنش میگوها به غذا خوردن افزایش خواهد یافت. در آبیان پرورشی، میزان استفاده از جلبک اسپیرولینا نتایج متفاوتی را نشان داده است و مشخص شده است که مصرف اسپیرولینا به مقادیر زیاد در جیره غذایی می‌تواند تاثیر منفی بر شاخص‌های رشد داشته باشد. در تحقیق اخیر نشان داده شد که بکارگیری این جلبک تاثیر منفی بر میزان رشد میگوی مذکور ندارد، اثبات شده است که مصرف جلبک در جیره می‌تواند سبب تحریک میگو در مصرف بیشتر جیره غذایی گردد (Fadakar et al., 2018). بنابراین، بر اساس این داده‌ها، می‌توان گفت مصرف جلبک تا حد ۵ درصد در جیره، تاثیر مهمی در افزایش کیفیت جیره می‌تواند داشته باشد و به تبع آن تاثیر مثبت در شاخص‌های رشد را در بر دارد. در تایید این نتایج، Jana و همکاران (۲۰۱۱) بهبود عملکرد شاخص‌های رشد (طول، وزن، نرخ رشد، ترکیب بیوشیمیایی بدن)، با استفاده ۵ درصد از پودر اسپیرولینا در جیره غذایی میگوهای (*pangasius sutchi*) را گزارش کردند و همچنین Ceballos و همکاران (۲۰۰۵) نیز استفاده ۵ درصد پودر اسپیرولینا در جیره غذای پایه لارو میگوی سفید (*L. vannamei*) را بر عملکرد رشد موثر دانستند. میزان بازماندگی در تیمارهای تغذیه شده با جلبک نیز در مقایسه با تیمار شاهد بیشتر بود و تفاوت معنی‌داری را با شاهد داشت. اما در بین تیمارهای غذایی حاوی جلبک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که نشان دهنده اثر مثبت وجود جلبک اسپیرولینا در جیره در حد ۵ درصد به بالا است و افزایش جلبک از این حد تاثیری در این عامل ندارد. Gharibi و همکاران (۲۰۱۴)، نتایج یکسانی را با بررسی تاثیر پودر جلبک اسپیرولینا روی بازماندگی لارو میگوی سفید (*Litopenaeus vannamei*) نشان دادند و گزارش کردند که میزان بازماندگی لارو در مرحله زوآ، مایسیس و پست لاروها نسبت به شاهد افزایش دارد.

تنها تاثیر سوء در عملکرد رشد پست لارو میگوی پالامون الگانس ندارد بلکه به علت وجود پروتئین بالا در آن یک منبع باکیفیت برای تغذیه پست لاروهای این میگو می‌تواند باشد و همچنین می‌تواند به عنوان محرک رشد عمل کرده و در برخی سطوح نیز موجب افزایش رشد بهتر لاروها گردد. بر طبق برخی از گزارشها، استفاده از اسپیرولینا در جیره آبیان باعث بهبود کارایی و کیفیت غذا، تاثیر بر میزان اشتها، افزایش میزان تغذیه می‌گردد (Steiner, 2006; Regunathan and Wesley, 2006; ) (Becker, 2007) و جود برخی ترکیبات موجود در اسپیرولینا نیز مثل آمینواسید، دیگلاکتوزیل، دیاسیل گلیسرول، فسفاتیدیل اتانول آمین و فسفاتیدیل کولین در خوراک میگو به عنوان جاذب غذایی کاربرد دارد (Van Alstyne et al., 2001). لذا در این جانور عوامل مذکور می‌تواند دلیل رشد بهتر تیمارها نسبت به شاهد باشد. مطابق نتیجه اخیر Jaime-Caballos و همکاران (۲۰۰۶) استفاده از پودر اسپیرولینا در جیره غذایی پایه لارو میگوی پا سفید (*Litopenaeus vannamei*) را بر عملکرد رشد اثر بخش بخوبی تایید کردند.

در پژوهش حاضر، بعد از شاهد، تیمارهای تغذیه شده با جلبک خالص نسبت به سایر تیمارها کمترین میزان شاخص‌های رشد را داشت که با تیمار شاهد جز در افزایش زیست توده در بقیه شاخص‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت و همچنین با تیمار ۳ درصد نیز فقط در طول نهایی و افزایش طول تفاوت معنی‌دار نبود و نسبت به تیمارهای ۵، ۸ و ۱۰ درصد در تمامی شاخص‌های رشد دارای کمترین میزان و تفاوت معنی‌داری بود، علت این امر را می‌توان به استفاده از سطوح بالای پودر جلبک در جیره غذایی نسبت داد. افزایش بیش از حد جلبک در جیره غذایی، باعث افزایش میزان فیبر و متعاقباً افزایش سرعت عبور مواد مغذی در دستگاه گوارش می‌شود و جذب مواد مغذی ادر این حالت کاهش می‌یابد (Briggs et al., 2004). همچنین بر طبق نتایج برخی از پژوهش‌ها، افزایش سطوح جلبک در جیره غذایی سبب سفتی زیاد غذا و در نتیجه کاهش سطح فعالیت آنزیم و



جانور در برابر باکتریها و ویروسها و افزایش بقای جانور می‌شود. بنابراین تقویت سیستم ایمنی را می‌توان علت نرخ بقای بالاتر تیمارها نسبت به شاهد دانست. با توجه به نتایج این پژوهش، نشان داده شد که استفاده از سطوح ۳، ۵، ۸ و ۱۰ درصد جلبک اسپیرولینا تأثیر معنا داری بر عملکرد رشد و بقای پست لاروها دارد و افزودن جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی این میگو در سطح ۵ درصد، جیره مناسب تری را برای تغذیه پست لارو میگو *P. elegans* فراهم خواهد کرد.

### تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه گیلان برای امکانات مورد نیاز طرح پژوهشی قدردانی می‌شود.

همچنین Ghaeni و همکاران (۲۰۱۴)، بیان کردند که استفاده ۲/۵ تا ۱۰ درصد اسپیرولینا در جیره غذایی ماهی دماسونی (*Pseudotropheus demosoni*) منجر به تقویت سیستم ایمنی و افزایش بقای جانور می‌گردد. Gomes (۲۰۰۷) نیز تاثیر پودر اسپیرولینا را بر نرخ بازماندگی میگوی آب شیرین (*Macrobrachium. rosenbergii*) مثبت ارزیابی کرد. بر طبق مطالعات Salighezadeh و همکاران (۲۰۱۴)، وجود مواد فعال زیستی فراوان و آنتی اکسیدان‌های موجود در اسپیرولینا باعث بالا رفتن لیزوزم و تقویت سیستم ایمنی میگو می‌شود و علت افزایش فعالیت لیزوزم در تحقیق را ناشی از وجود C - فیکوسیانین و رنگدانه‌های کاروتنوئیدی در جلبک اسپیرولینا دانستند که باعث تحریک و تقویت سیستم ایمنی این جانور شده و در نتیجه باعث افزایش مقاومت

### ۵. منابع

### References

- Abdolmalaki, Sh. 2003. Distribution, population dynamics and Assessment of reserves of the prawns of Caspian Sea in Coast Guilan Province. Ph.D thesis. Islamic Azad University. Science and Research Branch, 117 p.
- Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H., Abdel-Hadi, Y.M., Seden, E.A., 2008. Use of spirulina (*Arthrospira latensis*) as a growth and immunity promoter for Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus*) fry challenged with pathogenic *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture* 18 (3), 1015- 1032.
- Bascinar, N.S., Duzgunes, E., Bascinar, N., Saglam, H.E., 2002. A preliminary study on reproductive biology of (*Palaemon, Rathke, 1837*) along the south- eastern Black Sea coast. *Fisheries and Aquatic Sciences* 2 (1), 109-116.
- Becker, E.W., 2007. Micro-algae as a source of protein. *Biotechnology* 25 (2), 207- 210.
- Biabani Asrami, M., Sudagar, M., Mazandarani, M., Yousefi, S., 2017. The effect of Spirulina on growth, survival, carotenoids pre-broodstock and larvi-culture in dwarf gourami (*Trichogaster lalius*). *Fisheries Science Technology* 6 (1), 21 – 35.
- Briggs, M., Funge-Smite, S., Subasinghe, R., Phillips, M., 2004. Introductions and ovement of (*Penaeus vannamei*) and (*Penaeus stylirostris*) in Asia and Pacific. *Thailand* 3 (1), 20-45.
- Codelina, U.N., 1950. Biological study on Caspian shrimp (*Leander sqilla*). *Caspian branch of national research school fish economics and oceanography* 11 (-), 11-134.
- Dabramo, L.R., Perez, E. I., Sangha, R., Puello-Cruz, A., 2006. Successful culture of larvae of *Litopenaeus vannamei* fed a micro bound formulated diet exclusively from either stage PZ2 or M1 to PL1. *Aquaculture* 261 (4), 1356-1362.

- Dernekbasi, S., Unal, H., Karayucel, I., 2010. Effect of dietary supplementation of different of spirulina (*Spirulina Platensis*) on growth and feed conversion in guppy (*Poecilia reticulata* Peters, 1860). *Animal and Veterinary Advances* 9 (9), 1395-1399.
- Frances, M. I., Souza, D., 2000. Effects of a nitrogen Limited algae (*Tetraselmis suecical*) on growth, survival and biochemical composition. of tiger prawn (*Penaous semisulcatus*) larva. *Aquaculture* 181 (3), 311 – 329.
- Gharibi, Gh., Javaheri baboli, M., Ayiin jamshid. Kh., 2013. Effect of dietary spirulina algae powder (*Spirulina platensis*) on growth and survival of larvae of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Marine Science* 12 (2), 32-25.
- Ghaeni, M., Matinfar, A., Rumiyan, L., Chubkar, N., 2014. Effect of spirulina powder net (gross domestic product) growth and survival of shrimp larvae (*Penaes semisulcatus*) In comparison with conventional diets. *Marine Biology Islamic Azad University of Ahvaz* 1 (2), 3-9.
- Gomez-Diaz, G., Nakagawa, H., 2007. Usefulness of *Spirulina* spp. Meal as Feed Additive for Giant Freshwater Prawn, (*Macrobrachium rosenbergii*). *Fishery Breeding* 43 (4) 521-526.
- Hassanpour, M., Rajaei, G., Sinka Karimi, M.H., Ferdosian, F., Maghsoudloorad, R., 2018. Determination of heavy metals (Pb, Cd, Zn and Cu) in Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) from Miankaleh international wetland and human health risk. *Mazandaran University of Medical Sciences* 24 (113), 163-170.
- Jaime-Ceballos, B., Villareal, H., Garcia, T., Perez-Jar, L., Alfonso, E., 2005. Effect of (*Spirulina platensis*) meal as feed additive on and development in (*Litopenaeus schmitti*) shrimp larvae *Investigaciones marinas* 26 (3), 235-241.
- Jana, A., Saroch J. D., Borana, K., 2014. Effect of spirulina as a feed supplement on survival and growth of (*Pangasius sutchi*). *Aquaculture* 1 (5), 77-79.
- Jaime-Ceballos, B., Hernandez. L., Alfredo, G., Tsai, V., 2006, Substitution of *Chaetoceros mulleri* by (*Spirulina platensis*) meal in diets for (*Litopenaeus schmitti*) larvae. *Aquaculture* 260 (4), 215-220.
- Kasymove, A.G., Hasanov, V.M., 1987. Effect of oil and oil products on Crustaceans. *Water-Air-Soil-Pollut* 36 (1-2), 9- 22.
- Liberal da Silva, R., Barbosa, J.M., 2009. Seaweed meal as a protein source for the white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Applied Phycology* 21 (2), 193-197.
- Promya, J., Chitmanat, C., 2011. The effects of (*Spirulina platensis*) and (*Cladophora*) algae on the growth performance, meat quality and immunity stimulating capacity of the African sharp tooth catfish (*Clarias gariepinus*). *Agriculture and Biology* 13 (1), 77- 82.
- Regunathan, C., Wesley, S.G., 2006. Pigment deficiency correction in shrimp broodstock using *Spirulina* as a carotenoid source. *Auaculture Nutrition* 12 (6) 425-432.
- Saliqazadeh, R., Yavari, M., Mousavi, M., Zakeri, M., 2014. The effect of different levels of nutritional supplement of Spirulina algae on some indicators of growth, nutrition and biochemical composition of tall fish (*Mesopotamichthys sharpeyi*). *Oceanography* 5 (18), 21-27.
- Steiner, T., 2006. The potential benefits of Natural Growth Promoters. *Feed Technology* 10 (2), 26-28.
- Van Alstyne, KL., Wolfe, G.V., Freidenburg, T.L, Neill, A., Hicken, C., 2001. Activated defense systems in marine macroalgae: Evidence for an ecological role for DMSP cleavage. *Marine Ecology Progress Series* 213 (-), 53-65.
- Wang, K., Lee, K., Kim, S., Rahimnejad, S., 2015. Partial replacement of fish meal with (*Spirulina Pacifica*) in diets for Parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*). *Fisheries and Aquatic Sciences* 13 (2), 197-204.