

تأثیر جلبک اسپیرولینا (*Spirulina sp*) بر شاخصهای رشد، بازماندگی و رنگ پذیری ماهی دماسونی (*Pseudotropheus demasoni*)

محمد سوداگر*^۱، مجیدخالصه^۲، محمد مازندرانی^۳، سیدعباس حسینی^۱، حمیده ذکریائی^۲

۱. دانشیار، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳. استادیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۸/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۱۳

چکیده

آبزی پروری مطلوب وابسته به معیارهای مختلف بوده که در این میان انتخاب غذای مناسب با پتانسیل لازم از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. در این طرح آزمایشی اثر چهار جیره آزمایشی، شامل جیره شاهد (فاقد جلبک اسپیرولینا) و سه جیره غذایی حاوی جلبک اسپیرولینا شامل تیمار ۱ (تیمار تغذیه شده با غذای بیومار مخلوط شده با جلبک اسپیرولینا با نسبت ۳٪ درصد وزن غذا)، تیمار ۲ (تیمار تغذیه شده با غذای بیومار مخلوط شده با جلبک اسپیرولینا با نسبت ۵٪ درصد وزن غذا)، تیمار ۳ (تیمار تغذیه شده با غذای بیومار مخلوط شده با جلبک اسپیرولینا با نسبت ۷٪ درصد وزن غذا) روی شاخصهای رشد و رنگی شدن ماهی دماسونی (*Pseudotropheus demasoni*) مطالعه شده است. تعداد ۱۸۰ قطعه بچه ماهی ۲ ماهه در ۱۲ عدد آکواریوم به طور کاملاً تصادفی توزیع و بعد از تیمار بندی به مدت ۸ هفته با جیره های آزمایشی مورد تغذیه قرار گرفتند. خصوصیات زیست سنجی ماهیان شامل طول کل (سانتی متر)، وزن (گرم)، نرخ رشد (گرم)، نرخ رشد ویژه هر دو هفته به مدت ۸ هفته اندازه گیری شد. در پایان آزمایش از هر تیمار ۶ ماهی برای اندازه گیری خصوصیات مورد مطالعه به طور تصادفی انتخاب و مقدار کاروتنوئید کل از روش رنگ سنجی اندازه گیری شد. مطابق نتایج حاصل از این تحقیق، هر ۳ تیماری که با جیره حاوی جلبک اسپیرولینا تغذیه شدند دارای افزایش وزن بودند ($P < 0/05$). اثر تغذیه با مقادیر مختلف جلبک بر افزایش طول معنی دار نبود ($P > 0/05$). همچنین اثر تغذیه با مقادیر مختلف جلبک بر شاخصهای رنگی شدن مثل شاخص روشنی (L^*) و درجه رنگین شدن (a^*) معنی دار ($P < 0/05$) بود. ولی شاخص (b^*) معنی دار نبود. ($P > 0/05$) مطالعه حاضر، نشان داد که استفاده از جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی اثرات مثبت روی شاخصهای رشد و برخی از شاخص های رنگی شدن ماهی دماسونی دارد.

واژگان کلیدی: جلبک اسپیرولینا، شاخصهای رشد، بازماندگی، رنگ پذیری، ماهی دماسونی (*Pseudotropheus demasoni*)

۱. مقدمه

فیتوپلانکتونها در ابتدای زنجیره غذایی آبزیان نقش مهمی در تثبیت کیفیت آب، تغذیه لاروها و کنترل میکروبی دارند. در بیشتر مراکز تکثیر و پرورش آبزیان در دنیا به دلیل اهمیتی که غذای زنده در سلامت و سرعت رشد و افزایش مقاومت در مقابل عوامل بیماری‌زا در آبزیان ایجاد می‌کنند، بخشی از مساحت مزرعه را به تولید غذای زنده اختصاص می‌دهند (Gharibi et al., 2013).

جلبک اسپیرولینا یک سیانوباکتر بوده که به دلیل غنی بودن از پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، آمینواسیدهای ضروری، مواد معدنی، اسید چرب ضروری و کاراتنوئیدها مثل بتاکاروتن، گزانتوفیل، زاگزانتین و کریپتوگزانتین اغلب به عنوان اولین ریز جلبک مورد استفاده قرار می‌گیرد (Nakagawa and Gomez, 1995). همچنین Wesley و Regunathan (۲۰۰۶) بیان کردند که از این جلبک می‌توان در درمان PDS (سندروم کمبود رنگدانه) به میزان ۳۰ گرم در کیلوگرم در جیره غذایی میگو استفاده نمود.

جذابترین ویژگی‌های موجودات آبی رنگ آنها می‌باشد که منبع رنگی آنها از مواد غذایی موجود در محیط زیست آنها منشأ می‌گیرد (Shateriyan, 2012; Kop and Durmaz, 2007). ماهیها معمولاً قادر به سنتز کاروتنوئید مورد نیاز برای ایجاد رنگ مناسب در خود نیستند و باید به همراه تغذیه این مواد به خوراک ماهی اضافه گردند (Gourveia et al., 2003). امروزه استفاده از کاروتنوئیدهای مصنوعی به‌طور وسیعی برای ایجاد رنگ در انواع آبزیان استفاده میشود، اما به دلیل قیمت بسیار زیادی که دارد، می‌توان از ترکیبات گیاهی از جمله جلبک اسپیرولینا به عنوان منبع تولید رنگدانه استفاده کرد (Gourveia, 1997).

ماهی دماسونی یکی از ماهیان خانواده سیکلید* و بومی تانزانیا می‌باشد. رنگ پوست سیکلیدها از ترکیبات رنگی بسیار متفاوتی تشکیل شده است. سیکلیدهای نر رنگهای روشنتر و درخشانتری دارند درحالیکه ماده‌ها تیره‌تر هستند. به همین دلیل مصرف کنندگان ماهیان نر را بیشتر

ترجیح می‌دهند و جنس ماده برای رنگین شدن توسط هورمونها تغییر جنسیت داده می‌شوند.

Seval و همکاران (۲۰۱۰)، پس از بررسی اثر نسبتهای مختلف اسپیرولینا به عنوان مکمل غذایی در رشد و ضریب تبدیل غذایی در ماهی گویی (*Poecilia reticulata*) گزارش کردند که استفاده از اسپیرولینا به میزان ۴ درصد در جیره غذایی گویی، تاثیر مثبتی بر رشد و ضریب تبدیل غذایی دارد. همچنین استفاده از جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی خرچنگ دراز آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) به میزان ۲۰-۵ درصد سبب افزایش رشد و بقا می‌شود (Gomez, 2007).

با توجه به مطالب ذکر شده و اهمیت رنگ در بازار پسنندی ماهیان زینتی و تولید لاروهای بازماندگی بالا با توجه به تاثیر اسپیرولینا بر مقاومت سیستم ایمنی این ماهی، تحقیق و پژوهش در رابطه با لزوم استفاده از کاروتنوئیدها در جیره غذایی آبزیان امری ضروری به نظر می‌رسد.

۲. مواد و روشها

در این طرح آزمایشی اثر ۴ جیره آزمایشی شامل: تیمار شاهد (تیمار تغذیه شده با غذای کنسانتره تجاری بیومار ساخت شرکت فرانسه)، تیمار ۱ (تیمار تغذیه شده با غذای بیومار مخلوط شده با جلبک اسپیرولینا با نسبت ۳٪ درصد وزن غذا)، تیمار ۲ (تیمار تغذیه شده با غذای بیومار مخلوط شده با جلبک اسپیرولینا با نسبت ۵٪ درصد وزن غذا)، تیمار ۳ (تیمار تغذیه شده با غذای بیومار مخلوط شده با جلبک اسپیرولینا با نسبت ۷٪ درصد وزن غذا) روی شاخصهای رشد و رنگ ماهی دماسونی مورد بررسی قرار گرفت (Promya and Chitmant, 2011). این تحقیق از اسفند ماه ۱۳۹۲ تا اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ در مرکز تحقیقات آبی‌پروری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گردید.

۱.۲. تهیه بچه ماهی و شرایط نگهداری آنها

در این آزمایش تعداد ۱۸۰ قطعه بچه ماهی ۲ ماهه دماسونی از مراکز خصوصی تکثیر و پرورش

* Cichlidae

زنده و پودر اسپیرولینا طبق دستورالعمل Jourdan در شرایط آزمایشی و سپس نیمه انبوه تولید گردید (Jourdan, 2001). برای تهیه جیره، غذای کنسانتره تجاری (بیومار ساخت شرکت فرانسه) پودر و به عنوان جیره پایه مورد استفاده قرار گرفت. ترکیبات تقریبی این جیره شامل ۴۷٪ پروتئین، ۸/۵٪ چربی، ۱۰/۵٪ خاکستر و ۶٪ رطوبت، ۱۰٪ کربوهیدرات بود. برای تولید غذای تیمار آزمایشی، ۴ نوع جیره غذایی در تیمار ۱ در هر ۱۰۰ گرم جیره غذایی ۳ گرم اسپیرولینا ریخته و به بیومار پودر شده اضافه و سپس با کمی آب مخلوط گردید. سپس خمیر بدست آمده با استفاده از چرخ گوشت به شکل پلت درآورده شد.

۳.۲. شاخصهای رنگ

آنالیز کاروتنوئید پوست ماهی، طبق (Torrissen and Naevdal, 1984) انجام شد. در این روش ۶ ماهی از هر تیمار برای آنالیز کاروتنوئید، به طور تصادفی انتخاب شدند. نمونه پوست ماهیان از هر دو طرف بدن، بین ناحیه شکمی و سینه‌ای برداشته شد. ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه پوست درون لوله فالکن ۲۰ میلی‌لیتری قرار گرفت و سپس ۱۰ میلی‌لیتر استون ۱ گرم سولفات سدیم بدون آب به نمونه اضافه و همگن‌سازی شدند. نمونه‌ها به مدت ۳ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری و توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۴ فیلتر شدند. عصاره حاصل ۳ یا ۴ بار با ۱۰ میلی‌لیتر استون شسته و هر بار در دستگاه سانتریفوژ به مدت ۱۰ دقیقه و دور ۵۰۰۰ دور در دقیقه و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در انتها توسط استون دستگاه رنگ‌سنجی صفر شده و میزان رنگدانه در ۴۵۰ نانومتر، توسط دستگاه ثبت گردید.

در این آزمایش اطلاعات داده شده توسط دستگاه در قالب ۳ پارامتر L^* ، a^* و b^* بیان شد. L^* بیانگر میزان تیرگی و روشنی ماهی است که محدوده ای بین صفر (کاملاً تیره) تا ۱۰۰ (کاملاً روشن) را در بر می‌گیرد a^* قرمزی را نشان می‌دهد که از $+a^*$ (قرمز) تا $-a^*$ (سبز) را شامل می‌شود. b^* زردی را نشان می‌دهد که از $+b^*$ (آبی) تا $-b^*$ (زرد) را در بر می‌گیرد (Sudagar et al., 2012).

معادله‌های مربوط به به دست آمدن فرمول این

ماهیان زینتی مستقر در استان مازندران تهیه گردید. پس از سازگاری کامل ماهیان با جیره غذایی و شرایط جدید، بچه ماهیها در ۱۲ آکوارיום به تعداد مساوی (۱۵ ماهی (نر و ماده) در هر آکوارיום) به طور کاملاً تصادفی توزیع شدند. بعد از تیمار بندی به مدت ۸ هفته ماهیان با جیره های آزمایشی مورد تغذیه قرار گرفتند. همچنین، در طول دوره آزمایش فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی مانند دما (میانگین دما 1 ± 28 درجه سانتی‌گراد)، pH (در حدود $0/1 \pm 7/7$) و اکسیژن محلول ($0/1 \pm 6/5$ میلی‌گرم در لیتر) به صورت روزانه با استفاده از دستگاه (Water checker- (U10, HURIBA, Japan اندازه‌گیری شدند.

برای آگاهی از عملکرد جیره‌های غذایی و چگونگی رشد ماهیان، در ابتدا و انتهای دوره پرورش ماهیان زیست‌سنجی شدند. برای انجام این کار تمام ماهیان توزین و طول کل و طول استاندارد آنها محاسبه شد. محاسبه شاخصهایی مانند ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی با شمارش ماهیان در طول دوره پرورش و نیز در انتهای دوره و میزان مصرف غذا در روز و در کل دوره با توجه به افزایش وزن صورت گرفت. بر اساس نتایج حاصله از زیست‌سنجی ماهیان، غذایی ۳ تا ۵ درصد وزن بدن ماهی و ۴ بار در روز انجام شد. در پایان آزمایش تمامی ماهیان به طور انفرادی وزن و طول کل آنها نیز اندازه‌گیری شد. سپس شاخصهای افزایش وزن، درصد افزایش وزن به صورت زیر محاسبه شد (Tacan, 1990):

وزن اولیه (گرم) - وزن ثانویه (گرم) = افزایش وزن بدن (گرم)

وزن اولیه (گرم) / وزن اولیه (گرم) - وزن ثانویه (گرم) $\times 100 =$ درصد افزایش وزن بدن

بعد از برداشتن توره‌های بین ماهیان از هر تیمار ۹ ماهی برای اندازه‌گیری کاروتنوئید کل به طور تصادفی انتخاب شد و در همان روز مرحله اول آزمایش انجام گردید.

۲.۲. ساخت جیره غذایی

در این تحقیق رژیم غذایی حاوی جلبک اسپیرولینا و رژیم غذایی فاقد این جلبک (گروه شاهد) در ماهی دماسونی مورد ارزیابی قرار گرفت توده

داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان $\alpha = 0.05$ انجام گردید.

۳. نتایج

۳.۱. نتایج حاصل از رشد ماهی

افزایش وزن

مطابق جدول ۱، بین مقادیر مختلف استفاده از جلبک اسپیرولینا بر افزایش وزن ماهی در سطح خطای آزمایش ۵ درصد ($P < 0.05$) اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت. مطابق شکل ۱، بیشترین افزایش وزن در ماهی در تیمار ۵ درصد جلبک اسپیرولینا و کمترین آن در تیمار شاهد (جیره غذایی فاقد جلبک اسپیرولینا) بوده است. مطابق آزمون دانکن تیمارهای ۵ درصد جلبک اسپیرولینا و شاهد در گروههای مستقل و سایر تیمار در گروههای بینابینی قرار می‌گیرند. همچنین طبق جدول ۲، آزمون LSD (حداقل تفاوت معنی‌دار آماری) اختلافات معنی‌داری را میان تیمارهای مختلف با شاهد نشان داد ($P < 0.05$).

شاخصها به صورت زیر می‌باشد (Van der Salm *et al.*, 2004):

$$H^* = \arctan(b^*/a^*)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$$

شاخص (Hv^*) کلاسیک با استفاده از فرمولهای زیر به Hue سیرکولار (Hc) تبدیل شد. زیرا مولفه‌های رنگ توسط رنگ سنج در یک فضای دایره‌ای بیان و ارائه می‌شوند و برای مقایسه آنها بایستی در فضای دایره‌ای مقایسه شوند (Pavlidis *et al.*, 2006):

$$X = \sum(\cos Hv) / N$$

$$Y = \sum(\sin Hv) / N$$

$$r = (X^2 + Y^2)^{1/2}$$

$$\text{Mean } Hc = \text{asin}(Y/r)$$

$$\text{SD } Hc = [(-2 \ln(r))]^{1/2}$$

در فرمولهای بالا Hv به رادیان می‌باشد و N تعداد مشاهدات است.

۴.۲. تجزیه و تحلیل آماری

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با یک فاکتور و نوع جیره داده شده به ماهی انجام گرفت. جهت آنالیز داده‌ها و ارزیابی اثر تیمارها از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. تجزیه تحلیل

جدول ۱- اثر مقادیر مختلف جیره آزمایشی حاوی مقادیر متفاوت جلبک اسپیرولینا بر میزان افزایش وزن بدن ماهی دماسونی

درصد جلبک اسپیرولینا	شاهد	۳٪	۵٪	۷٪
درصد افزایش وزن	۲/۵ ^c	۳/۲ ^{bc}	۴ ^a	۳/۷ ^{ab}

حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

افزایش طول

تیمار ۵ درصد جلبک اسپیرولینا و کمترین آن در تیمار شاهد (جیره غذایی فاقد جلبک اسپیرولینا) مشاهده شد. مطابق آزمون دانکن کلیه تیمارها در یک گروه قرار می‌گیرند و طبق جدول ۴، آزمون LSD (اختلافات معنی‌داری میان تیمارهای مختلف با شاهد مشاهده نگردید ($P > 0.05$)).

مطابق جدول ۳، بین مقادیر مختلف استفاده از جلبک اسپیرولینا بر افزایش طول ماهی، اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد ($P > 0.05$). همچنین مطابق شکل ۲، بیشترین افزایش طول در ماهی در

جدول ۲- اثر مقادیر مختلف جیره آزمایشی حاوی مقادیر متفاوت جلبک اسپیرولینا بر میزان افزایش طول (میلی‌متر) بدن ماهی

درصد جلبک اسپیرولینا	شاهد	۳٪	۵٪	۷٪
درصد افزایش طول	۵۱/۸ ^a	۵۴/۹ ^a	۶۱ ^a	۵۳ ^a

حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌داری می‌باشد.

۲.۳. نتایج حاصل از رنگ سنجی

شاخص روشنی (L*)

تیمار ۵ درصد جلبک اسپیرولینا و کمترین آن در تیمار شاهد (جیره غذایی فاقد جلبک اسپیرولینا) بوده است. مطابق آزمون دانکن تیمارهای ۵ درصد در گروه مستقل، تیمار شاهد و ۳ درصد در گروه مشابه و تیمار ۷ درصد در گروه بینابینی قرار می گیرند. همچنین اختلافات معنی داری را میان تیمارهای مختلف با شاهد نشان داد ($P < 0.05$).

بین مقادیر مختلف استفاده از جلبک اسپیرولینا بر افزایش رنگ ماهی در سطح خطای آزمایش ۵ درصد ($P < 0.05$) اختلاف معنی دار آماری وجود دارد. مطابق شکل ۳، بیشترین افزایش رنگ در ماهی در

درصد جلبک اسپیرولینا	شاهد	۳٪	۵٪	۷٪
شاخص روشنی	۴۷ ^b	۴۹ ^b	۹۸ ^a	۵۱ ^{cb}

حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی داری می باشد.

شاخص رنگین شدن (a*)

تیمار ۵ درصد جلبک اسپیرولینا و کمترین آن در تیمار شاهد (بدون جلبک اسپیرولینا) بوده است. مطابق آزمون دانکن تیمارهای ۳، ۵ و ۷ درصد در گروه های مشابه و تیمار شاهد در گروه مستقل قرار می گیرند. همچنین اختلافات معنی داری را میان تیمارهای مختلف با شاهد نشان داد ($P < 0.05$).

بین مقادیر مختلف استفاده از جلبک اسپیرولینا بر افزایش رنگ ماهی در سطح خطای آزمایش ۵ درصد ($P < 0.05$) اختلاف معنی دار آماری وجود دارد. مطابق شکل ۴، بیشترین افزایش رنگ در ماهی در

درصد جلبک اسپیرولینا	شاهد	۳٪	۵٪	۷٪
شاخص روشنی	۳/۲ ^b	۴/۲ ^a	۴/۸ ^a	۵ ^a

حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی داری می باشد.

شاخص زردی (b*)

رنگ در ماهی در تیمار ۵ درصد جلبک اسپیرولینا و کمترین آن در تیمار ۷ درصد بوده است. مطابق آزمون دانکن کلیه تیمارها در یک گروه قرار می گیرند. همچنین اختلافات معنی داری میان تیمارهای مختلف با شاهد مشاهده نشد ($P > 0.05$).

بین مقادیر مختلف استفاده از جلبک اسپیرولینا بر افزایش زردی ماهی، اختلاف معنی دار آماری وجود ندارد ($P > 0.05$). مطابق شکل ۴-۵، بیشترین افزایش

درصد جلبک اسپیرولینا	شاهد	۳٪	۵٪	۷٪
شاخص روشنی	۰/۲۲ ^a	۰/۱۵ ^a	۰/۳۵ ^a	۰/۴۵ ^a

حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی داری می باشد.

۴. بحث و نتیجه گیری

نقش مهمی در تعیین رنگ ایفا می کنند (Chatzifotis et al., 2004).

مطابق گزارشات اسپیرولینا به عنوان یک

نوع رنگ ماهیان به وسیله سیستمهای عصبی آندوکرینی کنترل شده اما منابع غذایی رنگدانهها نیز

اسپیرولینا بر رشد، کیفیت گوشت و قابلیت تحریککنندگی سیستم ایمنی گربه ماهی (*Clarias gariepinus*) انگشت قد مطالعه قرار گرفت و بیان شد گروهی که ۵٪ اسپیرولینا به جیره‌ی آنها افزوده شده بود در مقایسه با گروهی که ۳٪ اسپیرولینا دریافت کردند دارای کیفیت بهتری بودند (Promya and Chitmant, 2011). Hanel و همکاران (۲۰۰۷) بخشی از رژیم غذایی مرحله نوجوانی در میگوی پاسبفید را با جلبک لیوفلیزه جایگزین کردند میزان رشد گروهی که با اسپیرولینا تغذیه شده بودند تفاوت معنی داری با سایر گروه‌ها داشت. همچنین کیفیت رنگ این میگوها بهتر شده بود.

پژوهشگران ثابت کردند رنگ ماهیان زینتی به عنوان عامل کیفی مهم برای جلب توجه مصرفکنندگان بوده و بازار پسندی این ماهیان غالباً بر اساس رنگ جذاب آنها می‌باشد (Wang et al., 2006). مکمل اسپیرولینا باعث افزایش کیفیت مولدین میگو و شاخصهای کیفی در میگو می‌شود (Regunathan and Wesley, 2006). از آن جایی که جلبک اسپیرولینا در فضای آکواریوم رشد نکرده، لذا موجب آلوده شدن محیط داخلی آکواریوم نمی‌شود. مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی ماهیان اثرات مثبت روی شاخص‌های رشد دارد. به علاوه می‌توان از مواد زیادی همچون کاروتنوئیدهای سنتزی و کاروتنوئیدهای طبیعی مانند پودر فلفل دلمه و غیره استفاده نمود و بدین گونه در هزینه‌های غذا تا حد زیادی صرفه‌جویی کرد.

مکمل خوب برای هچریها شناخته شده است. مصرف پودر اسپیرولینا در افزایش رشد بهتر و کاهش ضایعات تغذیه‌ای (به علت عدم ایجاد چربی شکمی) و پایداری بیشتر نسبت به بیماریها را به دنبال دارد. بامصرف این ماده نسبت رشد تا ۱۰٪ افزایش خواهد داشت. در تولید ماهیان زینتی برای بسیاری از گونه‌ها از جمله ماهیان مناطق حاره؛ جلبکها بخشی از رژیم غذایی آنها را تشکیل می‌دهند (Ghaeni et al., 2010).

مطابق نتایج حاصل از این تحقیق، هر ۳ تیماری که با جیره حاوی جلبک اسپیرولینا تغذیه شدند دارای افزایش بودند. اثر تغذیه با مقادیر مختلف جلبک بر افزایش طول معنی‌دار نبود. همچنین اثر تغذیه با مقادیر مختلف جلبک بر شاخصهای رنگی شدن مثل L^* و a^* معنی‌دار بود.

نتایج این تحقیق همچنین با نتایج حاصل از تحقیق Kim و همکاران (۱۹۹۹) مطابقت دارد، آنها گزارش کردند که تغذیه با جیره حاوی آستاگزانتین، نرخ رشد بالاتری نسبت به تغذیه جیره حاوی لوتئین و بتاکاروتن دارد.

در مطالعات پیشین تاثیر اسپیرولینا با غلظتهای متفاوت سبب کاهش سمیت مس و بهبود رشد در ماهی *Cirrhinus mrigala* شد (James et al., 2009). تأثیر اسپیرولینا به عنوان یک محرک رشد و ایمنی در *Oreochromis niloticus* مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد که جیره‌های حاوی ۱۰-۲/۵ درصد اسپیرولینا منجر به افزایش تعداد گلبولهای قرمز در این ماهی خواهد شد (Abdel-Tawwab et al., 2008b). همچنین تاثیر

References

- Abdel-Tawwab, M., Mohammad, H., Ahmad Yasser, M., and Abdel-Hadi Medhat, E. A. 2008. Use of spirulina (*Arthrospira platensis*) as a growth and immunity promoter for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fry challenged with pathogenic *Aeromonas hydrophila*. 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Cairo, Egypt, p. 1015-1032.
- Chatzifotis, S; Pavlidis, M; Donate Jimeno, C; Vardanis, P; and Divanach, P. 2004. The effect of carotenoid sources on skin coloration

- of red Porgy (*Pagrus pagrus*). Aquaculture Europe Conference, 32: 70-78.
- Choonawala, B., 2007. Spirulina production in brine effluent from cooling towers. Durban University of Technology, pp. 4-21.
- Ghaeni, M., Matinfar, A., Rumiyan, L. and Chubkar, N., 2010. Effect of spirulina powder net (gross domestic product) growth and survival of larval *Semisulcatus* (*Penaeus semisulcatus*) In comparison with conventional diets. Journal of Marine Biology - Islamic Azad University of Ahvaz. Second year, The first issue, Spring 2010.
- Gharibi, Gh., Javaheri baboli, M. and Ayyin jamshid, Kh., 2013. . Effect of dietary spirulina algae powder (*Spirulina platensis*) on growth and

- survival of larvae of white shrimp (*Litopenaeus annamei*). *Journal of Marine Science*, 12 (2), 32-25.
- Gourveia, L., Gomes, E and Empis, J. 1997. Use of *Chlorella vulgaris* in diets for rainbow trout to enhance pigmentation of muscle. *Journal of Applied Aquaculture*, 7, 61-70.
- Gourveia, L.A.D., Rema, P.B., Pereira, O.B and Empis, J.C. 2003. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass. *Aquaculture Nutrition*, 9, 123-129.
- James, R., Sampat, K., Nagarajan, R., Vellaisamys, P., and Maripandi Manicandan, M. 2009. Effect of *Spirulina* on reduction of copper toxicity and improvement of growth, blood parameter and phosphatase activities in carp, *Cirrhina mrigala*. *Indian Journal of Experimental Biology*, 47, 754-759.
- Jourdan, P., 2001. Manual of small scale *Spirulina* culture, Antenna Technologies. Revised on Dec.13, 2001, 16 p.
- Kim, H.S; Sco, W.T., Park, Y.H., 1996. Increased β -caroten synthesis in *Blakesleatrispora* under strong alkaline culture condition. *Biotechnology Letters*, 18: 1287-1290.
- Hanel, H., Broekman, D., de Graaf, S. and Schnack, D., 2007. Partial replacement of fishmeal by lyophilized powder of the microalgae *Spirulina platensis* in pacific white shrimp diets. *The Open Marine Biology Journal*, 1, 1-5.
- Kop, A; and Durmaz, Y. 2007. The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the cichlids (*Cichlosoma verumsp*). *Aquaculture International*, 16,117-122.
- Nakagawa, H and Gomez-Diaz, G., 1995. Usefulness of *Spirulina* sp. Meal as feed additive for giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Suisanzoshoku*. 43, 521-6.
- 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*). *International Journal of agriculture and Biology*, 13, 77- 82.
- Pavlidis, M., Papandroulakis, N. and Divanach, P. 2006. A method for the comparison of chromaticity parameters in fish skin: Preliminary results for coloration pattern of red skin Sparidae. *Aquaculture*. 258: 211-219.
- Regunathan C., Wesley, S.G., 2006. Pigment deficiency correction in shrimp broodstock using *Spirulina* as a carotenoid source. *Aquaculture Nutrition*, 12, 425-432.
- Seval, D., Hatis, U., Ismihan, K and Orhan, A. 2010. Effect of dietary supplementation of different rates of spirulina (*Spirulina platensis*) on growth and feed conversion in guppy (*Poecilia reticulata*). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9, 1395-1399.
- Shateriyan, R., 2012. *Aquarium*. Ayizh Press, first edition, 61 p.
- Tacon, A.G., 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Feeding Methods. Agent Laboratories Press, Redmond, Taoka.
- Torrison, O.J., 1984. Pigmentation of salmonids: Effect of carotenoids in egg and start feeding diet on survival and growth rate. *Aquaculture*, 43, 185-193.
- Torrissen. O.J., Naevdal, G., 1984. Pigmentation of salmonids-genetical variation in carotenoid deposition in rainbow trout. *Aquaculture*, 38, 59-66.
- Van der Salm, A.L., Martinez, M., Flik, G., Wendelaar Bonga, S.E., 2004. Effects of husbandry conditions on the skin colour and stress response of red porgy (*Pagrus pagrus*). *Aquaculture*, 241, 371-386.
- Wang Y.J, Chien, Y.H., Pan, C.H., 2006. Effects of dietary supplementation of carotenoid on survival of *Hyphessobrycon callistus*. *Aquaculture*, 261, 641-648.

