

اثر پودر اسپیرولینا بر رشد، بازماندگی، کاروتنوئید کل ماهیان پیش مولدو پرورش در مرحله لاروی ماهی گورامی کوتوله (*Trichogaster lalius*)

*^۱ منیژه بیابانی اسرمی، ^۲ محمد سوداگر، ^۳ سیامک یوسفی سیاه کلرودی، ^۳ محمد مازندرانی

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران.
- ۲- دانشیار، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران.
- ۳- استادیار، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران.
- ۴- دانشیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا.

دریافت: ۹۵/۰۷/۲۷ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۰

* نویسنده مسئول مقاله: m_biabani@ymail.com

چکیده:

تأثیر پودر جلبک اسپیرولینا در سطوح ۰ (شاهد)، ۳، ۷ و ۱۰ درصد جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و کاروتنوئید کل بچه ماهی گورامی کوتوله (*Trichogaster lalius*) با میانگین وزن ۳/۶ گرم و همچنین پرورش لاروی ماهی به مدت ۸ هفته بررسی گردید. کاروتنوئید با افزایش پودر اسپیرولینا تا سطح ۷ درصد افزایش معنی‌دار یافت ($p < 0/05$)، ولی در سطح ۱۰ درصد با سطح ۷ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت ($p > 0/05$). بازماندگی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($p > 0/05$). در لاروها، بازماندگی، کاروتنوئیدکل و طول کل با افزایش پودر اسپیرولینا به صورت معنی‌داری افزایش یافت ($p < 0/05$). به طور کلی، تیمار ۳ درصد پودر جلبک به دلیل بهبود شاخص‌های رشد و کاروتنوئید کل در مرحله پیش مولدی و تیمار ۱۰ درصد برای دوران لاروی به عنوان بهترین تیمارهای این مطالعه معرفی می‌شوند.

کلید واژگان: اسپیرولینا، گورامی کوتوله، رشد، بازماندگی، کاروتنوئید کل و پرورش لارو

مقدمه

(FAO, 2014). به طور کلی، مدیریت مولدین و پرورش لاروها در دوران پرورش لاروی به عنوان دو مسئله مهم و اساسی برای تکثیر و پرورش در صنعت آبی‌پروری محسوب می‌شوند. با این حال، هم‌اوری پایین مولدین در ماهیان زینتی همراه با تلفات بالای لاروها در دوران پرورش

تولید و پرورش آبزیان زینتی یکی از بخش‌هایی است که سالیانه مقادیر بالایی از درآمد صنعت آبی‌پروری را به خود اختصاص می‌دهد. بر اساس آمارهای فائو، ارزش تجاری آبزیان زینتی در سال ۲۰۱۴ معادل ۱۵ میلیارد دلار بوده است

اندازه مولد و نوع جیره غذایی آن دارد (Goldstein, 1971; Degani, 1990). به نظر می‌رسد به منظور افزایش شاخص‌های رشدی و عملکرد تولیدمثلی، بهبود تغذیه مولد و نوع رژیم غذایی لاروها در مرحله تغذیه آغازین به‌عنوان دو عامل اصلی به‌شمار می‌آیند (Güroy et al., 2012). بنابراین با توجه به این پیش‌فرض، هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی شاخص‌های رشدی پیش مولدین (طول و وزن بدن)، رنگ‌پذیری (کاروتنوئید کل) و پرورش لاروی ماهی گورامی کوتوله با بهینه‌سازی جیره غذایی مولدین از طریق تأثیر نوع جیره غذایی حاوی پودر جلبک اسپیرولینا متمرکز شده است.

مواد و روش‌ها

کشت و آماده‌سازی جلبک اسپیرولینا

استوک جلبک اسپیرولینا از پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی ساری تهیه شد. کشت جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) در دو مرحله کلی انجام شد. بخش اول پرورش در فایکولب (محیط داخل) تا حجم ۱۵ لیتر و بخش دوم در محیط نیمه باز در حجم ۱۵۰ لیتر انجام گرفت. دمای محیط کشت داخل و بیرون، در محدوده ۳۵-۳۴ درجه سانتی‌گراد و نوردهی و هوادهی به‌صورت ۲۴ ساعته انجام شد. از محیط کشت گیلارد برای پرورش جلبک استفاده شد. جلبک‌ها پس از فیلترکردن از آب و خشک شدن کامل، به درون آون دارای فن منتقل شدند و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت (با مقدار رطوبت کمتر از ۱۰ درصد) خشک شدند (Lavenset et al., 1996). در مجموع در حدود ۷۰۰ گرم پودر جلبک به‌دست آمد. آنالیز پودر جلبک اسپیرولینا نشان داد که این جلبک حاوی ۶۱/۱ درصد پروتئین، ۵/۳ درصد چربی، ۱۹/۵ درصد کربوهیدرات و ۹/۸ درصد خاکستر بود.

تهیه، آماده‌سازی و مولدسازی ماهی گورامی کوتوله

لاروی همچنان از مهم‌ترین چالش‌های این صنعت به‌شمار می‌روند (Raja et al. 2014). برای برطرف کردن این مشکلات، مطالعات قبلی تأکید فراوانی بر تأثیر کیفیت جیره ماهیان مولد بر تحریک رسیدگی جنسی، افزایش همآوری مولدین، کیفیت تخم و بهبود رشد لاروها داشته‌اند (Oliviotta et al. 2006; Degani, 1990; Güroy et al., 2012). پودر ماهی به‌دلیل داشتن سطوح بالای پروتئین و اسیدهای آمینه ضروری به‌عنوان یکی از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده جیره‌های غذایی آبریان محسوب می‌شود (Gatlin et al., 2007). در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی در زمینه جایگزینی جزئی و یا کامل پودر ماهی با استفاده از انواع منابع گیاهی قابل دسترس انجام شده که پودر جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) به‌عنوان یکی از منابع گیاهی، با قابلیت تولید متراکم و ارزش غذایی مناسب می‌تواند روند امیدبخشی را در سال‌های آینده ایفا کند (Lu et al., 2004; Choonawala, 2007). اسپیرولینا یک جلبک سبز-آبی، مارپیچی شکل به قطر ۱۲ میکرون و منبعی غنی از پروتئین، ویتامین، اسیدهای آمینه و چرب ضروری، مواد معدنی و رنگ‌دانه‌های آنتی‌اکسیدانی در نظر گرفته می‌شود (Diraman et al., 2009). در بسیاری از گونه‌های آبریان نتایج مثبتی در استفاده از جلبک اسپیرولینا بر شاخص‌های رشد، افزایش جذب غذا، پیگمانتاسیون (رنگ‌پذیری)، افزایش ایمنی و بهبود شاخص‌های تولیدمثلی گزارش گردید (Regunthan et al., 2006; Güroy et al., 2012). با این وجود، داده‌های بسیار محدودی در زمینه استفاده از این جلبک بر عملکرد تولیدمثلی در ماهیان وجود دارد (Lu et al., 2012; Güroy et al., 2004). ماهی گورامی کوتوله (*Trichogaster lalius*)، به‌دلیل زیبایی و قیمت مناسب دارای طرفداران زیادی در میان آکواریوم‌داران است. میزان همآوری در این ماهی بین ۸۰۰-۳۰۰ تخم به‌ازای هر مولد بوده که این تفاوت وابستگی زیادی به

ثبت گردید. هوادهی آکواریومها در حد ملایم بود و از سنگ هوای کوچک جهت هوادهی استفاده شد.

تهیه و آماده‌سازی جیره‌های غذایی

پنج جیره غذایی متشکل از غذاهای حاوی پودر جلبک اسپیرولینا با سطوح جایگزینی ۳، ۷ و ۱۰ درصد جیره و یکجیره شاهد (حاوی پودر ماهی) آماده شدند. ترکیبجیره غذایی شامل پودر ماهی،کنجاله سویا، آرد گندم، روغن کانولا، نشاسته، مکمل ویتامینی، مکمل مواد معدنی و پودر جلبک اسپیرولینا بود (جدول ۱). برای تهیه غذا، از دستگاه پلتزن ۱ میلی‌متری استفاده گردید و به‌منظور جلوگیری از فساد آن، در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

تعداد ۱۴۵ قطعه بیچه ماهی ۳/۶ گرمی گورامی کوتوله از مرکز معتبر خریداری و به‌طور تصادفی در ۱۲ ظرف ۲۰ لیتری توزیع و برای سازگاری به‌مدت ۷ روز با غذای تجاری با میزان پروتئین ۳۰ درصد و چربی ۴ درصد تغذیه شدند. غذادهی به‌صورت روزانه در ۳ نوبت و در حد سیری انجام شد (Oliviotto et al., 2006). به‌منظور تعویض و تمیزکردن آب ظروف‌ها، تمامی ظروف با اتصالات لوله‌ای به هم متصل شدند و به‌وسیله فیلتر مرکزی عمل سیفون کردن آب در تمام مدت دوره انجام گردید. عمل پرورش و غذادهی با جیره‌های غذایی برای مدت ۸ هفته انجام شد. دوره نوری شامل ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود. درجه حرارت آب در تمام مراحل در محدوده بین ۲۴-۲۲ درجه سانتی‌گراد، pH آب بین ۷/۸-۷ و شوری آب صفر در هزار

جدول ۱ جیره‌های استفاده شده در تیمارهای مختلف

سطوح جایگزینی اسپیرولینا در جیره (درصد)				ترکیب جیره (درصد)
۱۰	۷	۳	۰ (شاهد)	
۳۵/۵	۳۸/۵	۴۲/۵	۴۵/۵	پودر ماهی
۱۰	۷	۳	۰	پودر اسپیرولینا
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	پودر کنجاله سویا
۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	آرد گندم
۵	۵	۵	۵	نشاسته
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	مخلوط ویتامینی ^۱
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	مخلوط مواد معدنی ^۲
۶/۵	۶/۵	۶/۵	۶/۵	روغن کانولا
ترکیب شیمیایی جیره (درصد)				
۹۱/۷۳	۹۱/۶۴	۹۱/۲۶	۹۱/۱۶	ماده خشک
۴۱/۶۲	۴۱/۹۲	۴۱/۶۸	۴۱/۵۰	پروتئین
۱۲/۱۳	۱۲/۳۴	۱۲/۶	۱۲/۸	چربی
۵/۲	۵/۱	۵/۱	۴/۹	خاکستر
۳/۹۰	۳/۹۳	۳/۹۶	۳/۹۸	انرژی قابل هضم (کیلوکالری بر گرم)

۱ بر حسب گرم بر کیلوگرم از مخلوط شامل:

MgSO₄. 2H₂O, 127.5; KCl, 50.0; NaCl, 60; CaHPO₄.2H₂O, 727.8; FeSO₄.7H₂O, 25.0; ZnSO₄.7H₂O, 5.5; CuSO₄.5H₂O, 0.785; MnSO₄.4H₂O, 2.54; CoSO₄.4H₂O, 0.478; Ca (IO₃)₂.6H₂O, 0.295; CrCl₃. 6H₂O, 0.128.

۲ بر حسب کیلوگرم شامل:

vitamin A, 10,000 IU; vitamin D3, 2,000 IU; vitamin E, 100 mg; vitamin K, 20 mg; vitamin B₁, 400 mg; vitamin B₂, 40 mg. vitamin B₆ 20 mg; vitamin B₁₂, 0.04 mg; biotin, 0.2 mg; choline chloride, 1200 mg; folic acid, 10 mg; inositol, 200 mg; niacin, 200 mg; pantothenic calcium, 100mg.

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و رنگ‌سنجی

هر دو هفته یکبار، نمونه‌برداری به صورت کاملاً تصادفی (۳) قطعه ماهی نر و ۳ قطعه ماهی ماده انجام گردید. ماهی‌ها ابتدا بیهوش شده (با استفاده از پودر گل میخک) و سپس شاخص‌های رشدمانند نرخ رشد ویژه (SGR)، میانگین درصد افزایش وزن بدن (WGR)، میانگین درصد افزایش طول بدن (LGR)، ارتفاع بدن (BH)، طول کل (TL)، وزن کل (TW) متوسط سرعت رشد روزانه (ADG)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، میزان غذای مصرفی (FI)، فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی (CF)، شاخص امعا- احشا (VSI) و درصد بازماندگی (SR) براساس روابط زیر محاسبه شدند (Promyaet al., 2011).

برای اندازه‌گیری مقدار کاروتنوئید بافت از روش Olson (1979) استفاده شد. ابتدا ۰/۴۵ گرم بافت ماهی با ۱/۲۵ گرم انیدرات سدیم سولفات مخلوط و همگن شد و سپس ۵ میلی‌گرم کلروفورم به مخلوط اضافه شد (در فالكونی با حجم ۱۵ میلی‌لیتر) و در دمای صفر درجه سانتی‌گراد برای مدت یک شب نگهداری شد، سپس با الکل خالص رقیق شده (۱۰ سی‌سی) و به وسیله سانتریفیوژ کردن، محلول شفاف جمع‌آوری شد. عدد جذب بهینه نمونه در طول موج ۴۵۰ نانومتر و با استفاده از اسپکتوفتومتر ثبت و مقدار کاروتنوئید کل با فرمول زیر محاسبه شد (Olson, 1979).

$$= \text{wet weight } (\mu\text{g/g}) \text{ کاروتنوئید}$$

$$\text{جذب عدد بهینه} \times 10 \times 0.25 \text{ (نمونه وزن (گرم))}$$

در فرمول بالا، ۰/۲۵ ضریب اطمینان و عدد ۱۰ میزان رقیق‌شدگی می باشد.

پرورش لارو

پس از تفریخ تخم‌ها، لاروها تا چهارده روز پرورش یافته و برای تغذیه لاروها از روتیفر (جنس *Keratella*) همراه با جیره غذایی پودر شده (برای هر تیمار از جیره مربوط به همان تیمار مولدین استفاده شد) به نسبت ۵۰:۵۰ استفاده شد. در پایان روز چهاردهم بازماندگی لاروها، طول لاروها و مقدار کل کاروتنوئید لاروها در هر تیمار ارزیابی شدند. در ظروفی که لاروها پرورش پیدا می‌کردند، برای ایجاد حس آرامش در لاروها از روش آب سبز با استفاده

$$\text{SGR (\%/day)} = [(LnWt - LnWi) / T] \times 100$$

$$\text{WGR (\%)} = [(Wt - Wi) / Wi] \times 100$$

$$\text{LGR (\%)} = [(Lt - Li) / Li] \times 100$$

$$\text{ADG (g/day)} = (Wt - Wi) / T$$

$$\text{FCR} = [\text{افزایش وزن تر (g) / غذای خورده شده کل}]$$

$$\text{CF} = Wt \times Lt^{-3} \times 100$$

$$\text{VSI (\%)} = [\text{وزن تر بدن (g) / وزن امعا و احشا}] \times 100$$

$$\text{SR (\%)} = [\text{تعداد کل ماهی سالم زنده باقی‌مانده}] / 100 \times [\text{تعداد کل ماهی اولیه}]$$

که در آن Wt و Lt به ترتیب میانگین وزن و طول نهایی، Wi و Li به ترتیب میانگین وزن و طول اولیه بچه ماهیان و T طول دوره پرورش می‌باشند.

از جلبک سندسموس (با تراکم 10^6 سلول در میلی‌لیتر) استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری

این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام و آنالیز داده‌ها با روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ (Spss 22) انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اجرای تیمارهای آزمایشی از آزمون چند دامنه دانکن در سطح معنادار ۵ درصد استفاده شد. برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel 2013 استفاده شد.

نتایج

درصد افزایش وزن، طول کل، وزن کل، متوسط رشد روزانه، نرخ رشد ویژه، فاکتور وضعیت، شاخص امعا و

احشا و ارتفاع بدن نر و ماده با افزایش پودر جلبک اسپیرولینا در تیمارهای ۷ و ۱۰ درصد کاهش معناداری را نشان داد ($p < 0/05$) و تیمار ۳ درصد با تیمار شاهد کاهش معنادار را نشان نداد ($p > 0/05$). کاروتنوئید بدن جنس نر و ماده با افزایش پودر تا سطح ۷ درصد افزایش یافت و بین تیمارهای مختلف تفاوت معنادار دیده شد ($p < 0/05$)، ولی در سطح ۱۰ درصد با سطح ۷ درصد تفاوت معناداری را نشان نداد ($p > 0/05$). ضریب تبدیل غذا و غذای مصرفی در تیمار ۳ درصد تفاوت معنادار با سایر تیمارها نشان داد ($p < 0/05$).

بازماندگی تفاوت معناداری را نشان ندادند ($p > 0/05$)، ولی از لحاظ عددی تیمار ۳ درصد از همه بیشتر و تیمارهای شاهد و ۱۰ درصد از همه کمتر بودند (جدول ۲).

جدول ۲ شاخص‌های رشد، بازماندگی و رنگ‌سنجی ماهی گورامی کوتوله تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف پودر جلبک اسپیرولینا به مدت ۸ هفته

سطوح جایگزینی اسپیرولینا در جیره (بر حسب درصد)				شاخص‌ها
۱۰	۷	۳	۰ (شاهد)	
$20/02 \pm 0/86^a$	$22/85 \pm 0/67^{ab}$	$25/33 \pm 1/07^b$	$25/27 \pm 2/97^b$	افزایش وزن نر (درصد)
$22/52 \pm 0/85^a$	$23/65 \pm 0/56^a$	$37/75 \pm 1/85^b$	$33/14 \pm 5/59^b$	افزایش وزن ماده (درصد)
$4/94 \pm 0/01^a$	$4/97 \pm 0/01^b$	$5/06 \pm 0/01^c$	$5/06 \pm 0/02^c$	طول کل نر (سانتی‌متر)
$4/81 \pm 0/01^a$	$4/82 \pm 0/01^a$	$4/94 \pm 0/02^b$	$4/94 \pm 0/04^b$	طول کل ماده (سانتی‌متر)
$4/52 \pm 0/03^a$	$4/62 \pm 0/03^{ab}$	$4/71 \pm 0/04^b$	$4/71 \pm 0/11^b$	وزن کل نر (گرم)
$4/35 \pm 0/03^a$	$4/39 \pm 0/02^a$	$4/89 \pm 0/07^b$	$4/73 \pm 0/20^b$	وزن کل ماده (گرم)
$0/017 \pm 0/00^{bc}$	$0/018 \pm 0/0006^c$	$0/017 \pm 0/0006^b$	$0/008 \pm 0/00^a$	کاروتنوئید کل نر (میکروگرم در گرم وزن تر)
$0/010 \pm 0/00^{bc}$	$0/011 \pm 0/0006^b$	$0/010 \pm 0/0006^b$	$0/007 \pm 0/0005^a$	کاروتنوئید کل ماده (میکروگرم در گرم وزن تر)
$0/01 \pm 0/00^a$	$0/02 \pm 0/0006^{ab}$	$0/02 \pm 0/00^b$	$0/02 \pm 0/0006^{ab}$	متوسط رشد روزانه نر (سانتی‌متر)

سطوح جایگزینی اسپیرولینا در جیره (بر حسب درصد)				شاخص‌ها
۱۰	۷	۳	۰ (شاهد)	
۰/۰۱±۰/۰۰ ^a	۰/۰۱±۰/۰۰ ^{ab}	۰/۰۲±۰/۰۰ ^c	۰/۰۲±۰/۰۰ ^{bc}	متوسط رشد روزانه ماده (سانتی‌متر)
۱/۷۱±۰/۱۱ ^c	۱/۲۷±۰/۰۶ ^b	۰/۸۴±۰/۰۸ ^a	۱/۱۸±۰/۰۷ ^b	ضریب تبدیل غذا
۰/۳۳±۰/۰۱ ^a	۰/۳۷±۰/۰۱ ^{ab}	۰/۴۰±۰/۰۲ ^b	۰/۴۰±۰/۰۴ ^b	نرخ رشد ویژه نر
۰/۳۶±۰/۰۲ ^a	۰/۳۸±۰/۰۱ ^a	۰/۵۷±۰/۰۲ ^b	۰/۵۱±۰/۰۸ ^b	نرخ رشد ویژه ماده
۳/۴۹±۰/۰۳ ^a	۳/۵۷±۰/۰۲ ^{ab}	۳/۶۴±۰/۰۳ ^b	۳/۶۴±۰/۰۹ ^b	فاکتور وضعیت نر
۳/۵۰±۰/۰۲ ^a	۳/۵۳±۰/۰۲ ^a	۳/۹۳±۰/۰۵ ^b	۳/۸۰±۰/۱۶ ^b	فاکتور وضعیت ماده
۹/۴۴±۰/۰۹ ^c	۸/۳۳±۰/۱۷ ^b	۷/۸۴±۰/۵۳ ^b	۶/۶۳±۰/۴۴ ^a	شاخص امعا و احشا نر (درصد)
۹/۰۷±۰/۰۶ ^d	۸/۱۲±۰/۱۷ ^c	۷/۰۰±۰/۴۸ ^b	۶/۱۳±۰/۵۳ ^a	شاخص امعا و احشا ماده (درصد)
۱/۳۳±۰/۰۳ ^c	۱/۰۸±۰/۰۳ ^b	۰/۹۶±۰/۰۵ ^a	۱/۲۵±۰/۱۱ ^c	غذای مصرفی (گرم)
۲/۵۷±۰/۰۹ ^a	۲/۷۷±۰/۱۱ ^b	۳/۰۲±۰/۰۴ ^c	۲/۸۹±۰/۰۶ ^{bc}	ارتفاع بدن نر (سانتی‌متر)
۲/۶۷±۰/۰۲ ^b	۲/۶۴±۰/۰۳ ^{ab}	۲/۶۰±۰/۰۲ ^a	۲/۶۷±۰/۰۳ ^b	ارتفاع بدن ماده (سانتی‌متر)
۱۶/۰۵±۰/۱۴ ^a	۱۶/۷۵±۰/۱۳ ^b	۱۸/۸۷±۰/۱۴ ^c	۱۸/۹۲±۰/۳۶ ^c	افزایش طول نر (درصد)
۱۳/۲۰±۰/۱۳ ^a	۱۳/۳۵±۰/۲۴ ^a	۱۶/۱۷±۰/۳۶ ^b	۱۶/۲۳±۱/۰۲ ^b	افزایش طول ماده (درصد)
۸۰/۵۵±۴/۸۱ ^a	۸۶/۱۱±۴/۸۲ ^a	۸۸/۸۹±۴/۸۱ ^a	۸۰/۵۶±۹/۶۲ ^a	بازماندگی (درصد)

حروف متفاوت در هر سطح نشان‌دهنده اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.

نشان دادند ($p > 0.05$) و دارای بیشترین مقدار وزن بودند (شکل ۱). در ماده‌ها در تمامی هفته‌ها تیمار ۳ درصد جلبک افزایش رشد بیشتر و معناداری را نسبت به دیگر تیمارها از خود نشان دادند ($p < 0.05$) (شکل ۱).

در نرها در هفته دوم افزایش وزن معناداری در تیمار ۳ درصد جلبک مشاهده شد ($p < 0.05$). به طوری که در هفته چهارم تیمار شاهد افزایش وزن نسبت به تیمارهای دارای جلبک در جیره غذایی داشت. در هفته ششم و هشتم تیمارهای شاهد و ۳ درصد جلبک تفاوت معناداری را

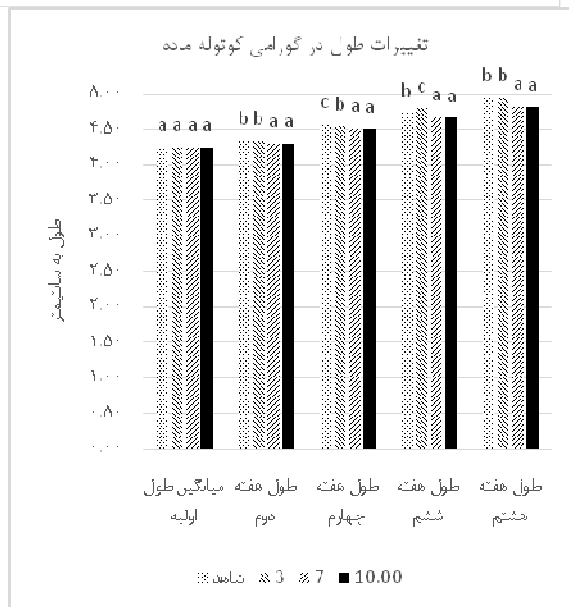
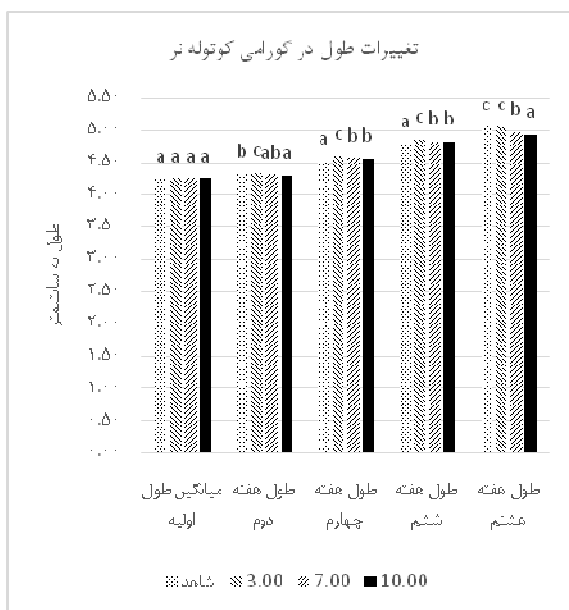


شکل ۱ تغییرات وزنی نر و ماده در طول دوره پرورش ۸ هفته‌ای گورامی کوتوله

(حروف مختلف برای هر هفته روی شکل‌ها، نشان‌دهنده تفاوت معناداری بین تیمارهاست).

معناداری را نشان داد ($p < 0.05$) (شکل ۲). در ماده‌ها به‌طور کلی در سطح ۷ و ۱۰ درصد جلبک دارای کمترین رشد بوده و نسبت به تیمارهای شاهد و ۳ درصد تفاوت معناداری را نشان دادند ($p < 0.05$)، ولی در تیمارهای شاهد و ۳ درصد در پایان هفته هشتم تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p > 0.05$) (شکل ۲).

طول ماهیان نر، در هفته‌های دوم تا ششم در تیمار ۳ درصد جلبک اسپیرولینا، افزایش معناداری را نسبت به سایر تیمارها از خود نشان داد ($p < 0.05$)، ولی در هفته هشتم، تیمارهای ۷ درصد و ۱۰ درصد پودر جلبک اسپیرولینا، در مقایسه با تیمارهای شاهد و ۳ درصد پودر جلبک کاهش



شکل ۲ تغییرات طولی نر و ماده در طول دوره پرورش ۸ هفته‌ای گورامی کوتوله

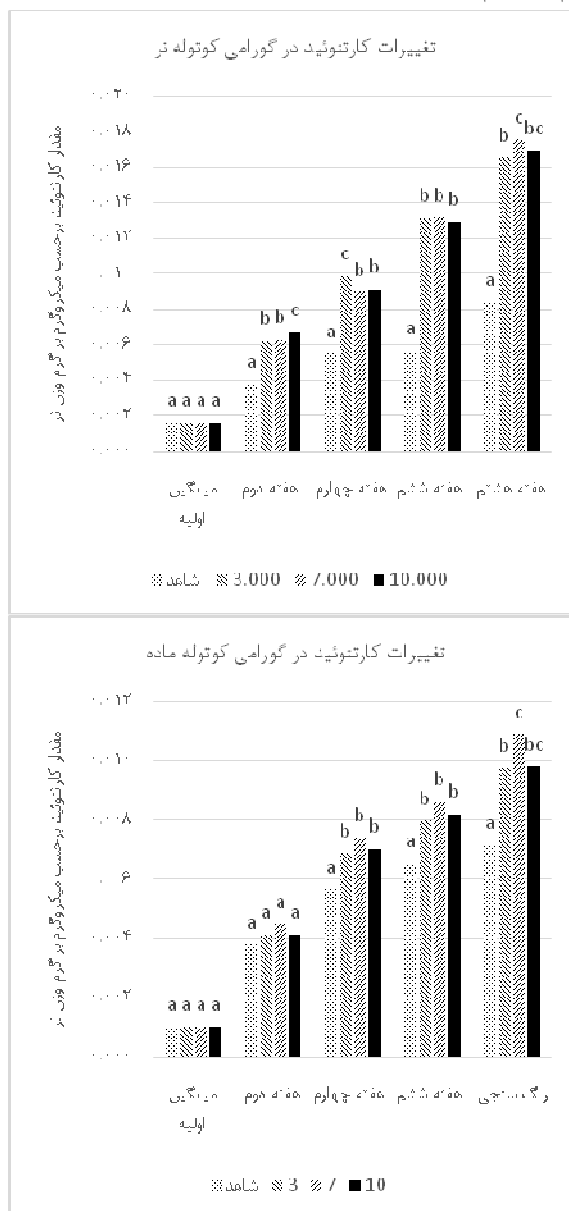
(حروف مختلف برای هر هفته روی شکل‌ها، نشان‌دهنده تفاوت معناداری بین تیمارهاست).

داد ($p < 0/05$). در هفته ششم تیمارهایی که از جلبک استفاده کرده بودند، مقدار بالاتری از کاروتنوئید را نشان دادند ($p < 0/05$)، ولی نسبت به هم تفاوت معناداری را نشان ندادند ($p > 0/05$). در هفته هشتم تیمار ۷ درصد جلبک

در نرها در هفته دوم با افزایش مقدار پودر جلبک افزایش معناداری در سطح ۱۰ درصد جلبک در میزان کاروتنوئید کل مشاهده شد ($p < 0/05$)، ولی در هفته چهارم تیمار ۳ درصد جلبک بیشترین میزان کاروتنوئید را نشان

بیشترین میزان کاروتنوئید کل را از خود نشان داد (شکل ۳). در ماده‌ها در هفته دوم مقدار کاروتنوئید کل در تفاوت معناداری با هم و همچنین با تیمارها در شروع دوره نداشتند ($p > 0.05$). در هفته چهارم و ششم تیمارهایی که از

جلبک استفاده کرده بودند، نسبت به هم تفاوت معناداری را نشان ندادند ($p > 0.05$), ولی نسبت به تیمار شاهد افزایش معناداری داشتند ($p < 0.05$). در هفته هشتم تیمار ۷ درصد بیشترین مقدار کاروتنوئید کل را از خود نشان داد (شکل ۳).



شکل ۳ تغییرات کاروتنوئید کل در طول دوره پرورش ۸ هفته‌ای گورامی کوتوله (حروف مختلف برای هر هفته روی شکل‌ها، نشان‌دهنده تفاوت معناداری بین تیمارهاست).

معناداری نسبت به تیمارهای ۳ و ۷ درصد دیده نشد ($p > 0.05$). تیمارها نسبت به تیمار شاهد تفاوت معناداری را نشان دادند ($p < 0.05$). طول لاروبا افزایش پودر به صورت معناداری افزایش یافته است ($p < 0.05$) (جدول ۵).

بازماندگی لاروبا افزودن پودر افزایش یافت، ولی تیمار ۷ درصد با تیمارهای ۳ درصد و شاهد و همچنین با تیمار ۱۰ درصد تفاوت معناداری را از خود نشان نداد ($p > 0.05$). مقدار کل کاروتنوئید لارو با افزایش پودر تا سطح ۷ درصد افزایش یافته، ولی در تیمار ۱۰ درصد کاهش

جدول ۵ شاخص‌های مربوط به پرورش لارو گورامی کوتوله تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف پودر جلبک اسپیرولینا به مدت ۲ هفته

سطوح جایگزینی اسپیرولینا در جیره (بر حسب درصد)				شاخص‌ها
۱۰	۷	۳	۰ (شاهد)	
$24/88 \pm 2/54^b$	$21/07 \pm 1/57^{ab}$	$17/08 \pm 2/44^a$	$16/04 \pm 2/48^a$	بازماندگی لارو (درصد)
$0/000003 \pm 0/0000007^b$	$0/00002 \pm 0/0000007^a$	$0/00002 \pm 0/0000007^a$	$0/000002 \pm 0/0000000^c$	مقدار کل کاروتنوئید لارو (میکروگرم بر گرم وزن تر)
$3/89 \pm 0/02^d$	$3/81 \pm 0/02^c$	$3/66 \pm 0/02^b$	$2/56 \pm 0/02^a$	طول لارو (سانتی‌متر)

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است. تیمار شاهد تنها با روتیفر تغذیه شد.

بحث

تاکنون مطالعات متعددی در زمینه تأثیر استفاده از جلبک اسپیرولینا روی بسیاری از شاخص‌های رشدی و بازماندگی گروه‌های مختلف ماهیان انجام شده است (James et al., 2006; Saroch et al., 2012). با این حال داده‌های به نسبت محدودی در زمینه استفاده از آن روی ماهیان زینتی وجود دارد.

افزایش رشد ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی جلبک اسپیرولینا تا سطح ۳ درصد را می‌توان به وجود مقادیر بالایی از پروتئین و اسیدهای آمینه ضروری در این جلبک نسبت داد (Spolaore et al., 2006). مطابق با نتایج مطالعه حاضر، اثرهای مثبت استفاده از جلبک‌ها به ویژه جلبک اسپیرولینا، در جیره غذایی بر شاخص‌های رشدی سایر گونه‌های ماهیان از جمله ماهی سیم نقره‌ای، تیلپیا و ماهیان خاویاری نیز پیش از این گزارش شد (Abdel et

al., 2006). همچنین به نظر می‌رسد که کاهش شاخص‌های رشد در گورامی کوتوله در سطح جایگزینی ۷ و ۱۰ درصد به عوامل متعددی از جمله: نوع گونه ماهی و سفت‌تر شدن غذا (در صورت استفاده زیاد جلبک در جیره) و هضم‌پذیری مشکل‌تر آن مرتبط است؛ به طوری که شواهد چنین روندی در افزایش ضریب تبدیل غذایی (۱/۲۷) و (۱/۷۱) در ماهیان تغذیه شده با سطوح جایگزینی ۷ درصد و به ویژه ۱۰ درصد نیز منعکس شد. همانند نتایج مطالعه حاضر، Güroy و همکاران (۲۰۱۲) در ماهی سیچلاید دم زرد (*Pseudotropheusacei*)، تفاوت معناداری در شاخص‌های رشدی مشاهده نکردند. با وجود پیامدهای مثبت استفاده از جلبک اسپیرولینا بر شاخص‌های رشدی، در برخی موارد نیز اثرهای منفی از کاربرد آن بر رشد، بازماندگی، ضریب تبدیل غذایی و میزان مصرف غذا در مطالعات گزارش گردید. برای مثال، Ungsethaphand و

متوسط رشد روزانه و ایمنی بیشتری را در سطح ۵ درصد گنجاندن جلبک اسپیرولینا به عنوان مکمل غذایی نسبت به سطح ۳ درصد در گربه ماهی *Clarias gariepinus* عنوان کردند.

در مطالعه حاضر، میزان مصرف غذا در گورامی از سطوح ۳ تا ۱۰ درصد روند افزایشی داشته که با نتایج Güroy و همکاران (۲۰۱۲) در سیچلید قابل مقایسه است به طوری که میزان مصرف غذا در مطالعه آنها در سطح ۱۰ درصد (۱۲/۵۰ گرم به ازای هر ماهی) بیشتر از گروه شاهد (۹/۶۳ گرم به ازای هر ماهی) بود. همچنین، Scaria و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که ماهیان زینتی گوپی و پلاتی جیره های حاوی جلبک اسپیرولینا را نسبت به جیره های حاوی آزولا و قارچ به دلیل خوش خوراک بودن بیشتر استفاده کردند. به طور کلی اندازه گیری های شاخص های جنس نر در اثر استفاده از درصدهای مختلف جلبک اسپیرولینا نتایج قابل قبول تری را به همراه داشت.

نرخ بازماندگی گورامی کوتوله در مرحله پیش از تخم ریزی و در تمامی تیمارها در محدوده ای بین ۸۰ تا ۸۸ درصد بوده که هیچ یک از تیمارها اختلاف معناداری نشان ندادند. یافته های جدید، مطالعات قبلی را درباره افزایش بازماندگی (۱۰۰-۳۰ درصد) با استفاده از جیره های اسپیرولینا را تأیید می کند (Takeuchi et al., 2002). در مطالعه Jana و همکاران (۲۰۱۴)، هنگام استفاده ۵ درصدی از پودر جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی میگو *pangasius sutchi* در آخر دوره پرورش باعث افزایش طول، وزن و بازماندگی میگوها شد که بر خلاف نتایج مطالعه حاضر بود. با توجه به اهمیت محوری نرخ بازماندگی در فعالیت های آبی پروری در سطوح ۳ و ۷ درصد، پودر اسپیرولینا می تواند به عنوان بهینه ترین جایگزین جیره جلبک در این مطالعه باشد. استفاده حداقلی

همکاران (۲۰۱۰)، اثرهای نامطلوبی روی وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذا و میزان بازماندگی هیبرید تیلاپیای قرمز (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*) تا سطح جایگزینی ۲۰ درصد از جلبک اسپیرولینا گزارش کردند. همچنین جایگزینی در سطح ۲۰ درصد در این ماهی روی نرخ رشد ویژه و غذای مصرفی اختلاف معناداری نشان نداد (Chow et al., 1990). Silva و همکاران (۲۰۱۲) از اسپیرولینا به عنوان یک ماده جذاب در جیره برای دریافت غذا روی میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) استفاده کردند که نتایج نشان داد استفاده کافی از اسپیرولینا در جیره میگو، سبب تحریک آنها برای استفاده از جیره می شود. در این جلبک به میزان ۸/۷ درصد گلو تامیک اسید و ۶/۶ درصد آسپارتیک اسید و ۵ درصد لوسین وجود دارد. دستیابی به نتایج متفاوت در مطالعات مختلف به نوع گونه ماهی، سطوح جایگزینی، میزان هضم پذیری جیره غذایی و شرایط مختلف محیط آزمایش نسبت داده شد (El-Sayed, 1994). بر اساس نتایج مطالعه حاضر اثرهای منفی کاربرد جلبک اسپیرولینا در رژیم غذایی ماهی گورامی در مقادیر بیش از ۳ درصد بر شاخص های رشد مشاهده گردید. علی رغم وجود اختلافات معنادار در میان تیمارها، ماهیان تغذیه شده با جیره های حاوی جلبک بیش از ۳ درصد رشد طولی و وزنی کمتری در مقایسه با گروه شاهد و تیمار ۳ درصد جلبک داشتند.

در مجموع سایر مطالعات نشان دادند که کاربرد اسپیرولینا بین ۵-۱ درصد در جیره ماهیان زینتی عملکرد رشدی و فعالیت فیزیولوژیکی مطلوب تری را به همراه داشته است (Watanabe, 2003; Kato et al., 1992). برای مثال Promya و همکاران (۲۰۱۱) افزایش وزن، میزان رشد ویژه،

۲ گروه تقسیم شده بودند که گروه اول (شاهد) فقط از روتیفر و گروه دوم علاوه بر روتیفر از جیره غذایی پودر شده اسپیرولینا هم استفاده کردند. براساس نتایج در تمامی گروه‌هایی که از روتیفر + غذای پودر شده استفاده کرده بودند، از نظر رشد، بازماندگی و رنگ‌سنجی (مقدار کاروتنوئید کل) در سطح بالاتری نسبت به گروه شاهد قرار داشتند. در لارو ماهیان کپور معمولی و ماهی طلایی پس از غذادهی با پودر جلبک اسپیرولینا، فعالیت آنزیم‌های تریپسین و کموتریپسین افزایش معناداری پیدا کرد که نشان‌دهنده افزایش تولید و ترشح آنزیم‌های گوارشی در اثر استفاده از پودر جلبک اسپیرولینا می‌باشد (Dabrowskiet al., 1977; Jany, 1976). با توجه به مطالعه حاضر و با توجه به این‌که افزایش مقدار آنزیم‌های گوارشی تأثیر مستقیمی بر رشد و بازماندگی ماهیان دارد، از این‌رو نتایج این مطالعه با مطالعات انجام شده مذکور، مطابقت دارد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده در مرحله پیش مولدی ماهی گورامی کوتوله، تیمار ۳ درصد پودر جلبک اسپیرولینا به‌جهت بهبود شاخص‌های رشدی و بازماندگی، تیمار ۷ درصد پودر جلبک اسپیرولینا به‌دلیل بهبود کاروتنوئید کل بدن و همچنین در مرحله پرورش لاروی تیمار ۱۰ درصد پودر جلبک اسپیرولینا به‌جهت بهبود شاخص‌های رشد، بازماندگی و کاروتنوئیدی به‌عنوان بهینه‌ترین تیمارهای این مطالعه معرفی می‌شوند.

منابع

Abdel-Tawwab, M.Khattab, Y.A.E. Ahmad, M.H. and Shalaby, A.M.E. 2006. Compensatory growth, feed utilization, whole body composition and hematological changes in starved juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*(L.). Journal of Applied Aquaculture 18:17-36.

Ako, H. Tamaru, C.S. Asano, L. Yuen, B. and Yamamoto, M. 1999. Acheving Natural Coloration

از جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی ماهیانی مانند دم شمشیری، قزل‌آلا و سیچلایدکهربایی باعث افزایش معنادار کاروتنوئید کل در بدن ماهیان مورد آزمایش شد (Ako et al., 1999). همان‌طوری‌که استفاده از پودر جلبک اسپیرولینا از صفر تا ۷ درصد باعث افزایش کاروتنوئید کل در بدن ماهی گورامی کوتوله شد، اما در سطح ۱۰ درصد کاهش مقدار کاروتنوئید در بدن جنس نر و ماده نسبت به سطح ۷ درصد پودر اسپیرولینا دیده شد، به‌طوری‌که نسبت به شاهد افزایش داشت و به‌طورکلی مقدار ذخیره کاروتنوئید در بدن جنس نر بیشتر از ماده مشاهده شد. این کاهش مقدار کاروتنوئید در تیمار ۱۰ درصد پودر اسپیرولینا احتمالاً می‌تواند به‌دلیل فرایند خود تنظیمی در ماهی گورامی کوتوله باشد که نتوانسته نسبت به تیمار ۷ درصد جذب بالاتری نشان دهد (یعنی با افزایش مقدار کاروتنوئید جلبک، جذب کاروتنوئید در ماهی گورامی کوتوله کاهش یافته است). استفاده از پودر جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی گربه‌ماهی عظیم‌الجثه تا سطح ۱/۵ درصد تفاوت معناداری را در مقدار کاروتنوئید کل بدن ماهی با تیمار شاهد نشان نداد، ولی در سطح ۱۴ درصد از پودر جلبک افزایش مقدار کاروتنوئید مشاهده شد (Tongsiri et al., 2010). در صورتی‌که در مطالعه انجام شده با افزایش پودر تا سطح ۷ درصد افزایش در مقدار کل کاروتنوئید مشاهده شد و در مقادیر بالاتر از ۷ درصد کاهش مقدار کاروتنوئید کل دیده شد و همچنین هنگام استفاده از مقدار حداقلی پودر جلبک (۳درصد) در جیره گورامی کوتوله افزایش معنادار کاروتنوئید نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد که نشان‌دهنده وجود پتانسیل رنگ‌پذیری ماهی گورامی کوتوله در سطوح پایین جلبک اسپیرولینا نسبت به گربه‌ماهی عظیم‌الجثه و عدم رنگ‌پذیری بیشتر در سطوح بالاتر از ۷ درصد جلبک، می‌باشد. لاروها برای پرورش به

of yellow tail Cichlid (*Pseudotropheusacei*). *Aquaculture International* 20(5):869-878.

James, R., Sampath, K., Thangarathinam, R. and Vasudevan, I. 2006. Effect of dietary spirulina level on growth, fertility, coloration and leucocyte count in red swordtail, *Xiphophorus helleri*. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*. 58:97-104.

Jana, A., Saroch, J. D. and Borana, K. 2014. Effect of spirulina as a feed supplement on survival and growth of pangasiussutchi. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 1(5): 77-79.

Jany, K.D. 1976. Studies on the digestive enzymes of the stomachless bonefish *Carassius auratus* (Gibelio Bloch): Endopeptidases. *Comp. Physiol. B.*, 53: 31-38.

Kato, T. and Miyakawa, K. 1992. Growth promotion agent for fish Japanese Patent. TOKU-KAIHEI5-268884.

Lavens, P. and Sorgeloos, P. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Technical Paper 305 P.

Lu, J. and Takeuchi, T. 2004. Spawning and egg quality of the tilapia *Oreochromis niloticus* fed solely on raw *Spirulina* throughout three generations. *Aquaculture* 234:625-640.

Mustafa, M.G. and Nakagawa, H. 1995. A review: dietary benefits of alga as an additive in fish feed. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*. 47:155-162.

Nandeesh, M.C., Gangadhar, B., Varghese, T.J. and Keshavanath, P. 1998. Effect of feeding *Spirulina platensis* on the growth, proximate composition and organoleptic quality of common carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture Research*. 29:305-12.

Oliviotto, I., Holt, S., Carnevali, O. and Holt, J. 2006. Spawning, early development and first feeding in the lemonpeel angelfish (*Centropyge flavissimus*). *Aquaculture* 253: 270-278.

Olson, A. 1979. A simple dual assay for vitamin A and carotenoids in human and liver. *Nutr Report Int* 19:807-813.

Promya, J. and Chitmant, C. 2011. The effect of *Spirulina platensis* and *Cladophora* alga on the growth performance, meat quality and immunity simulating capacity of the African sharotooth catfish

in Fish Under Culture. *Journal of Technical Report* 28:1-4.

Choonawala, B. 2007. *Spirulina* production in brine effluent from cooling towers. Durban University of Technology 421 P.

Chow, C.Y. Woo, N.Y.S. 1990. Bioenergetic studies on an omnivorous fish, *Oreochromis mossambicus*: evaluation of utilization of *Spirulina* algae in feed. In *Second Asian Fisheries Forum* Asian Fisheries Society Manila Philippines. 291-294.

Dabrowski, K. and Glogowski, J. 1977. The role of exogenous proteolytic enzymes in digestion processes in fish. *Hydrobiologia*, 54: 129-134.

Degani, G. 1990. Effect of different diets and water quality on the growth of the larvae of *Trichogaster trichopterus*. *Aquaculture Engineering* 9:367-375.

Degani, G., Boker, R., Gal E., Vaya, J., Jackson, K., Marmelstein, G., Galil, N., Bocker, D., Schreiber, M.P. and Avraham, M. 1992. Male Control of Reproduction in Femal (Asynchronous Multi-

Diraman, H., Koru, E. and Dibekioglu, H. 2009. Fatty acid profile of *Spirulina platensis* used as a food supplement. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh* 61(2):134-142.

El-Sayed, A.M. 1994. Evaluation of soybean meal, *Spirulina* meal and chicken offal meal as protein sources for silver seabream (*Rhabdosargus sarba*) fingerlings. *Aquaculture*. 127: 169-176.

FAO, 2014. Food and Agricultural Organization of United Nations (FAO), Rome, Updated 27 May 2014.

Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, D., Wilson, R. and Wurtele, E. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research* 38:551-579.

Goldstein, R.J. 1971. Anabantoids. T.F.H. Publ. Inc. Neptune City, *Neural Biology* 158 P.

Güroy, B., Sahin, I., Mantoglu, S. and Kayali, S. 2012. *Spirulina* as a natural carotenoid source on growth, pigmentation and reproductive performance

- Spolaore, P., Joannis-Cassan, J., Duran E. and Isambert, A. 2006.** Commercial applications of microalga. *Journal Bioscience Bioengineering* 101:87-96.
- Takeuchi, T., Lu, J., Yoshizaki, G. and Sakai, K. 2002.** Acceptability of raw *Spirulina platensis* by larval tilapia *Oreochromis niloticus*. *Fish. Sci.*, 68: 51-58.
- Tongsiri, A., Amphang, K.M. and Peerapornpisal, Y. 2010.** Effect of Replacing Fishmeal with Spirulina on Growth, Carcass Composition and Pigment of the Mekong Giant Catfish. *Asian Journal of Agricultural Sciences* 2(3): 106-110.
- Ungsethaphand, T., Peerapornpisal, Y., Whangchai, N. and Sardud, U. 2010.** Effect of feeding *Spirulina platensis* on growth and carcass composition of hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*). *Maejo International Journal of Science and Technology* 4:331-336.
- Watanabe, T. and Vassallo-Agius, R. 2003.** Broodstock nutrition research on marine finfish in Japan. *Aquaculture* 227: 35-61.
- Ye, J.D., Wang, K., Li, F.D. and Sun, Y.Z. 2011.** Single or combined effects of fructo- and mannan oligosaccharide supplements and *Bacillus clausii* on the growth, feed utilization, body composition, digestive enzyme activity, innate immune response and lipid metabolism of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquacult Nutr*; 17:e902e11.
- (*Clarias gariepinus*). *International Journal of Agriculture & Biology* 13:77-82.
- Puwastien, P., Judprosong, K., Kettwan, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y. and Bhattacharjee, L. 1999.** Proximate composition of raw and cooked Thai fresh water and marine fish. *Journal of Food Composition Analysis* 12:9-16.
- Regunthan, C. and Wesley, S.G. 2006.** Pigment deficiency correction in shrimp broodstock using *Spirulina* as a carotenoid source. *Aquaculture Nutrition* 12:425-432.
- Sam Kim, S., Rahimnejad, S., Woong, K.K. and Lee, K.J. 2013.** Partial replacement of fish meal with *Spirulina pacifica* in diets for parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*) *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13:197-204.
- Saroch, J.D., Shrivastav, R., Manohar, S. and Quereshi, T.A. 2012.** Effect of *Spirulina* impregnated feed on the fingerlings of Catla (*Catla catla*). *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences* 27:55-67.
- Scaria, J., Kumuthakalavalli, R. and Lawrence Xavier, R. 2000.** Feed utilization and growth response of selected ornamental fishes in relation to feeds formulated with *Spirulina*, mushroom and water fern. *Environment and Ecology*. 8:104-08.
- Silva-Neto, J., Jorge Pinto Nunes, A., Sabry-Neto, H. and Vincius, M., 2012.** *Spirulina* meal has acted as a strong feeding attractant for *Litopenaeus vannamei* at a very low dietary inclusion level. *Aquaculture Research* ٤٣: ٤٣٠-٤٣٧.



The effect of *Spirulina* on growth, survival, carotenoids pre-broodstock and larviculture in dwarf gourami (*Trichogaster lalius*)

Manizheh Biabani Asrami^{1*}, Mohammad Sudagar², Mohammad mazandarani³,
Siamak Yousefi⁴

1- - Msc. Graduated, Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.

2- Associate Professor, Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.

3- - Assistant Professor, Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.

4- Associate Professor, Department of Biology, Faculty of Life Sciences, Islamic Azad University, Varamin Branch, Pishva.

Received: 18.10.2016

Accepted:

28.02.2017

*Corresponding author: m_biabani@ymail.com

Abstract:

The effect of *Spirulina* powder at levels of 0 (control), 3, 7, and 10%, of food ratio on growth, survival, and total carotenoids of dwarf gourami fry (*Trichogaster lalius*) of 3.6 g average weight as well as its larval stage was investigated for a period of 8 weeks. Carotenoids was significantly increased with increase in spirulina level up to 7% ($p < 0.05$), but not significantly different from 10% level ($p > 0.05$). Survival showed no significant difference ($p > 0.05$). In larvae, survival, total carotenoids and total length increased significantly with increasing spirulina powder ($p < 0.05$). Overall, the spirulina powder at 3% improved the growth and total carotenoids factors in pre-adult gourami and 10% level for larval stage as the best treatments in this study.

Keywords: Spirulina, Dwarf Gourami, growth, survival, total carotenoids and rearing larvae