

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

\*<sup>۱</sup> منیژه بیابانی اسرمی، <sup>۲</sup> محمد سوداگر، <sup>۳</sup> سیامک یوسفی، <sup>۴</sup> محمد مازندرانی

- ۱- کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
- ۲- دانشیار، گروه شیلات/دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
- ۳- استادیار، گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
- ۴- استادیار، گروه شیلات، سازمان تحقیقات شیلات ایران، تهران

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، کاروتنوئید کل و طول کل با افزایش پودر اسپیرولینا به صورت معنی‌داری افزایش یافت ( $p < 0/05$ ). به‌طور کلی، تیمار ۳ درصد پودر جلبک به دلیل بهبود شاخص‌های رشد و کاروتنوئید کل در مرحله پیش‌مولدی 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

است (FAO, 2014). به‌طور کلی، مدیریت مولدین و پرورش لاروها در دوران پرورش لاروی به‌عنوان 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

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

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 به عنوان دو عامل اصلی به‌شمار می‌آیند (Güroy et al., 2012). بنابراین 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 کوتوله‌ها 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 به صورت 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 al., 1996). در مجموع در حدود ۷۰۰ گرم پودر جلبک به دست 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

دوران پرورش لاروی همچنان از مهم‌ترین چالش‌های این صنعت به‌شمار می‌رود (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 (Degani, 2006 Oliviotto et al., 2012; Güroy et al., 1990). پودر ماهی به دلیل 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 مترآم 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 تاچمبیتی در استفاده از جلبک اسپیرولینا بر شاخص‌های رشد، افزایش جذب غذا، پیگمانتاسیون (رنگ‌پذیری)، افزایش ایمنی و بهبود شاخص‌های تولیدمثلی گزارش گردید (Güroy et al., 2006 Regunthan 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., 2004 Güroy et al., 2012). ماهی گورامی کوتوله (*Trichogaster lalius*)، به دلیل 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 اندازه مولد و نوع

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

#### تهیه و آماده سازی جیره های 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. ترکیب جیره 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 میلی متری استفاده گردید و به منظور جلوگیری از فساد آن، در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد.

تعداد ۱۴۵ قطعه بچه ماهی ۳/۶ گرمی گورامی کوتوله از مرکز معتبر خریداری و به طور تصادفی در ۱۲ ظرف ۲۰ لیتری توزیع و برای سازگاری به مدت ۷ روز با غذای تجاری با میزان پروتئین ۳۰ درصد و چربی ۴ درصد تغذیه شدند. غذادهی به صورت روزانه در ۳ نوبت و در حد سیری انجام شد (Oliviotta et al., 2006). به منظور تعویض و تمیز کردن آب ظروفها، تمامی ظروف با اتصالات لوله ای به هم متصل شدند و به وسیله فیلتر مرکزی عمل سیفون کردن آب در تمام مدت دوره انجام گردید. عمل پرورش و غذادهی با جیره های 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 سانتی گراد، pH آب بین ۷/۸-۷ و شوری آب صفر در هزار

جدول ۱ جیره های 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 <sup>۱</sup>
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	مخلوط مواد معدنی <sup>۲</sup>
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:

MgSO<sub>4</sub>. 2H<sub>2</sub>O, 127.5; KCl, 50.0; NaCl, 60; CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O, 727.8; FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 25.0; ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 5.5; CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, 0.785; MnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O, 2.54; CoSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O, 0.478; Ca (IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, 0.295; CrCl<sub>3</sub>. 6H<sub>2</sub>O, 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 B<sub>1</sub>, 400 mg; vitamin B<sub>2</sub>, 40 mg. vitamin B<sub>6</sub> 20 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 0.04 mg; biotin, 0.2 mg; choline chloride, 1200 mg; folic acid, 10 mg; inositol, 200 mg; niacin, 200 mg; pantothenic calcium, 100mg.

### اندازه گیری شاخص های رشد و رنگ سنجی

هر دو هفته یکبار، نمونه برداری به صورت کاملاً تصادفی (۳ قطعه ماهی نر و ۳ قطعه ماهی ماده) انجام گردید. ماهی ها ابتدا بیهوش شده (با استفاده از پودر گل میخک) و سپس شاخص های رشد مانند 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 اندازه گیری 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 میلی گرم کلروفورم به مخلوط اضافه شد (در فالکونی با حجم ۱۵ میلی لیتر) و در دمای صفر درجه سانتی گراد برای مدت یک شب نگهداری شد، سپس با الکل خالص رقیق شده (۱۰ سی سی) و به وسیله سانتریفیوژ کردن، محلول شفاف جمع آوری 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).

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

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

در فرمول بالا، ۰/۲۵ ضریب اطمینان و عدد ۱۰ میزان رقیق شدگی است.

### پرورش لارو

پسازتفریح تخم ها، 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 می کردند، برای ایجاد حس آرامش در لاروها از روش آب سبز با استفاده

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

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

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

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

$$- \text{FCR} = [\text{کلغذای خورده شده (g)} / \text{افزایش وزن تر (g) بدن}]$$

افزایش وزن تر /

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

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

تعداد کل ماهی سالم زنده باقی مانده /

$$- \text{SR (\%)} = (\text{تعداد کل ماهی سالم زنده باقی مانده}) / (\text{تعداد کل ماهی اولیه}) \times 100$$

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 می باشند.

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

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).

### تجزیه و تحلیل آماری

این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام و آنالیز داده‌ها با روش آنالیز واریانس یک طرفه (One way ANOVA) با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ (Spss) 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

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

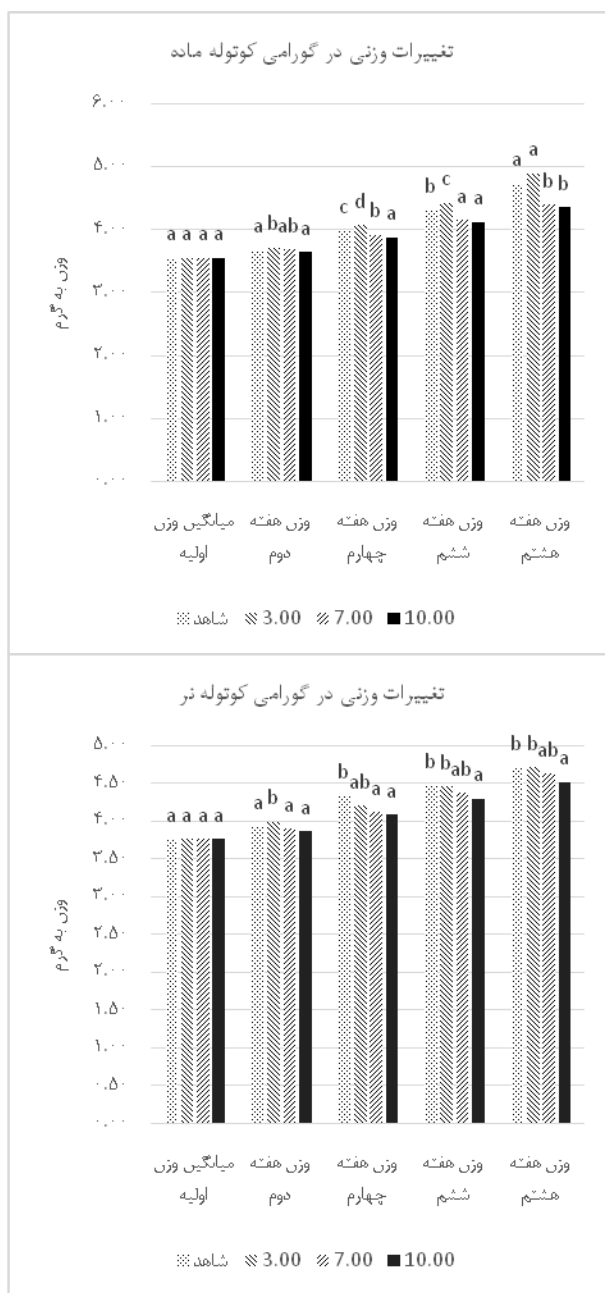
سطوح جایگزینی اسپیرولینا در جیره (بر حسب درصد)				شاخص‌ها
۱۰	۷	۳	۰ (شاهد)	
$20/02 \pm 0/86^a$	$22/85 \pm 0/67^{ab}$	$25/33 \pm 1/07^b$	$25/27 \pm 2/97^b$	افزایش وزن نر (درصد)
$22/52 \pm 0/85^a$	$23/65 \pm 0/56^a$	$37/75 \pm 1/85^b$	$33/14 \pm 5/59^b$	افزایش وزن ماده (درصد)
$4/94 \pm 0/01^a$	$4/97 \pm 0/01^b$	$5/06 \pm 0/01^c$	$5/06 \pm 0/02^c$	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)

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

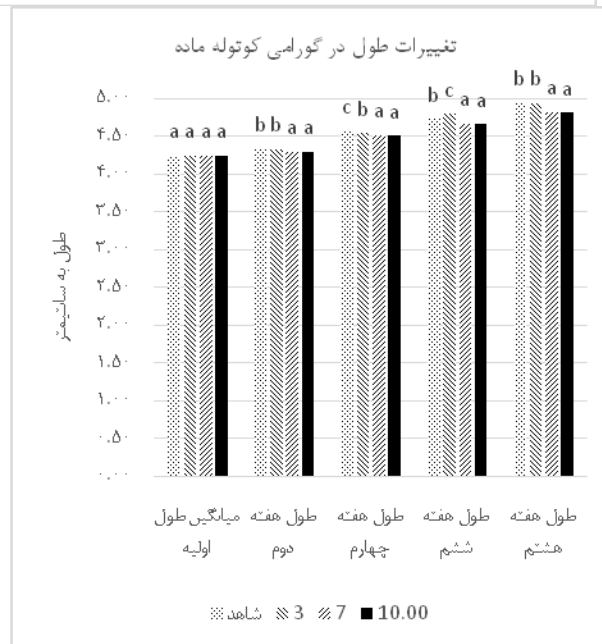
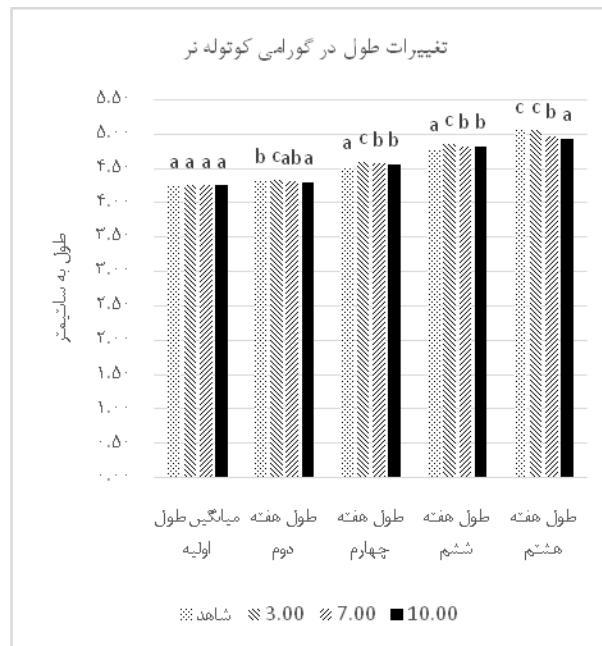


شکل ۱ تغییرات وزنی و نر و ماده در طول دوره پرورش ۸ هفته‌ای گورامی کوتوله

(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 گورمی کوتوله

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

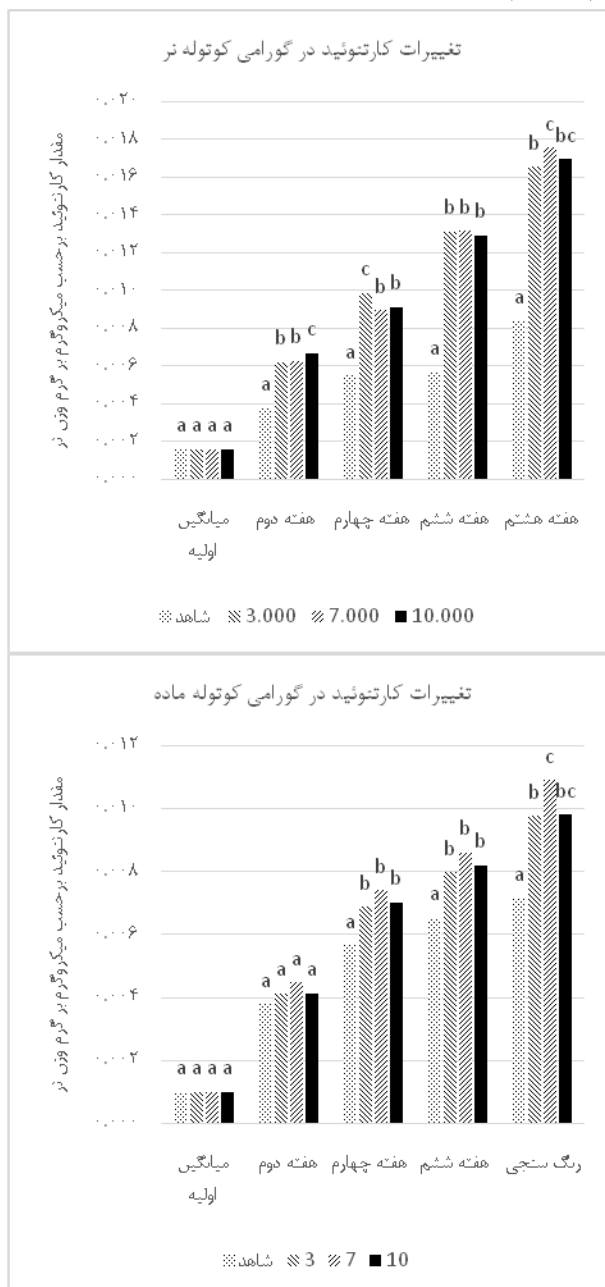
داد ( $p < 0.05$ ). در هفته ششم تیمارهایی که از جلبک استفاده کرده بودند، مقدار بالاتری از کاروتنوئید را نشان دادند ( $p < 0.05$ )، ولی نسبت به هم تفاوت معناداری را نشان ندادند ( $p > 0.05$ ). در هفته هشتم تیمار ۷ درصد جلبک

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



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).

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



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 لارو با افزایش پودر به صورت معناداری افزایش یافته است ( $p < 0/05$ ) (جدول ۵).

بازماندگی لارو با 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)	
۲۴/۸۸±۲/۵۴ <sup>b</sup>	۲۱/۰۷±۱/۵۷ <sup>ab</sup>	۱۷/۰۸±۲/۴۴ <sup>a</sup>	۱۶/۰۴±۲/۴۸ <sup>a</sup>	بازماندگی لارو (درصد)
۰/۰۰۰۰۰۳±۰/۰۰۰۰۰۰۷ <sup>b</sup>	۰/۰۰۰۰۰۲±۰/۰۰۰۰۰۰۰۷ <sup>a</sup>	۰/۰۰۰۰۰۲±۰/۰۰۰۰۰۰۰۷ <sup>a</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۲±۰/۰۰ <sup>c</sup>	مقدار کل کاروتنوئید لارو (میکروگرم بر گرم وزن تر)
۳/۸۹±۰/۰۲ <sup>d</sup>	۳/۸۱±۰/۰۲ <sup>c</sup>	۳/۶۶±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۲/۵۶±۰/۰۲ <sup>a</sup>	طول لارو (سانتی‌متر)

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

#### بحث

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 هضم‌پذیریمشکل‌تر 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 به‌ویژه 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 همکاران

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 به‌ویژه جلبک اسپیرولینا، در جیره غذایی بر شاخص‌های رشدی سایر گونه‌های ماهیان از جمله ماهی سیم نقره‌ای، تیلاپیا و ماهیان خاویاری نیز پیش از این گزارش شد (Abdel et

متوسط رشد روزانهو ایمنیبیشتری را در سطح ۵ درصد گنجاندن جلبک اسپیرولینا به عنوانمکمل 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 Giroy و همکاران (۲۰۱۲) در سیچلید قابل مقایسه استبه 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 گویی 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 میگوی *pangasiussutchi* 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 فعالیتهای 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

(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 کفایز 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 اسپارتیک 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). Mustafae et al., 1995; Nandeesh et al., 1998). 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 غذاهای 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 (Dabrowski et 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 به دست آمده در مرحله پیش مولدی ماهی گورامی کوتوله، تیمار ۳ درصد پودر جلبک اسپیرولینا به جهت بهبود شاخص‌های رشدی و بازماندگی، تیمار ۷ درصد پودر جلبک اسپیرولینا به دلیل بهبود کاروتنوئید کل بدن و همچنین در مرحله پرورش لاروی تیمار ۱۰ درصد پودر جلبک اسپیرولینا به جهت بهبود شاخص‌های رشد، بازماندگی و کاروتنوئیدی به عنوان 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. Achieving 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، به طوری‌که نسبت به شاهد افزایش داشت و به طور کلی مقدار ذخیره کاروتنوئید در بدن جنس نر بیشتر از ماده مشاهده شد. این کاهش مقدار کاروتنوئید در تیمار ۱۰ درصد پودر اسپیرولینا احتمالاً می‌تواند به دلیل 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 (۳ درصد) 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 pangasius sutchi. *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, L., 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., Galill, 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 andlsambert, 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., Ampham, 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* 43: 430-437.



---

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

Manizheh Biabani Asrami<sup>1\*</sup>, Mohammad Sudagar<sup>2</sup>, Mohammad mazandarani<sup>3</sup>,  
Siamak Yousefi<sup>4</sup>

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

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

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

4- Assistant Prof., Fisheries Research Institute of Iran, Tehran, Iran.

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