تأثیر مکمل جلبک اسپیرولینا (*Spirulina* sp.) بر رشد و تغذیهٔ ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio* (Hamilton, 1822

مجید بیرانوند[۱*]، منصوره قائنی[۱] و محمد ولایت‌زاده[۲]

دریافت: ۱۳۹۴/۵/۲۱/ پذیرش: ۱۳۹۴/۸/۳۰

[۱]گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز
[۲]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز
[*]مسئول مکاتبات: majid_beiranvand@yahoo.com

چکیده. ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio* Hamilton, 1822) یکی از ماهیان زینتی تجاری آب شیرین است که در مناطق گرمسیری زندگی می‌کند و در کشور ما ارزش اقتصادی بسیاری دارد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر جیره غذایی حاوی ریزجلبک اسپیرولینا (*Spirulina* sp.) بر شاخص‌های رشد و تغذیه ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) انجام شد. تعداد ۳۶۰ قطعه ماهی زبرا دانیو به طور تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار در ۱۲ آکواریوم تقسیم شدند که تیمارهای غذایی شامل تیمار ۱ یا شاهد (غذای تجاری فاقد مکمل جلبک اسپیرولینا)، تیمار ۲ (غذای تجاری به همراه ۰/۵ درصد مکمل جلبک اسپیرولینا)، تیمار ۳ (غذای تجاری به همراه ۱ درصد مکمل جلبک اسپیرولینا) و تیمار ۴ (غذای تجاری به همراه ۱/۵درصد مکمل جلبک اسپیرولینا) بودند. به‌طور کلی، استفاده از جلبک اسپیرولینا در جیرهٔ غذایی ماهی زبرا دانیو سبب افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه این‌گونه شد، اما افزایش میزان پودر جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی ماهی زبرا دانیو طی دوره پرورش ۶۰ روزه تأثیری بر شاخص ضریب تبدیل غذایی نداشت. با توجه به اینکه دربارهٔ شاخص های رشد بین تیمار ۱ و ۱/۵ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، تیمار ۱ درصد پودر جلبک اسپیرولینا بهترین تیمار جهت رشد ماهی زبرا دانیو بود.

واژه های کلیدی. جلبک اسپیرولینا، ماهی زبرا دانیو، جیره غذایی، رشد، تغذیه

Impact of *Spirulina* sp. on growth and food intake in *Danio rerio* Hamilton, 1822

Majid Beiranvand[1*], Mansooreh Ghaeni[1] and Mohammad Velayatzadeh[2]

Received 12.08.2015 / Accepted 21.11.2015

[1]Department of Fishery, Islamic Azad University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
[2]Young Researchers and Elite Club, Islamic Azad University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
*Correspondent author: majid_beiranvand@yahoo.com

Abstract. *Danio rerio* Hamilton, 1822 is one of the commercial ornamental fresh water fishes and living in tropical zones, of considerable economic value in our country. This study aimed at investigating the impact of *Spirulina* sp. on index color in *Danio rerio*. 360 individuals were randomly divided in 12 aquariums with 4 treatments and 3 replications. The dietary treatments included treatment 1 or control (commercial food with no supplement of *Spirulina* sp.), treatment 2 (commercial food with 0.5% supplement of *Spirulina* sp.), treatment 3 (commercial food with 1% supplement of *Spirulina* sp.) and treatment 4 (commercial food with 1.5% supplement of *Spirulina* sp.). In general, the use of *Spirulina* sp. in the diet of *Danio rerio* caused increase in body weight and specific growth rate, but increasing the amount of dietary of *Spirulina* sp. powder in the diet of *Danio rerio* during the breeding period of 60 days had no impact on the feed conversion ratio. There being no significant difference between treatments 1% and 1.5 %, treatment 1% of supplement *Spirulina* sp. was found to be the best treatment for growth in *Danio rerio*.

Keywords. *Spirulina*, *Danio*, feeding level, growth, feeding

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1394.2.3.6.7]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.2.3.207]

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1394.2.3.6.7]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.2.3.207]

مقدمه

تکثیر و پرورش ماهیان زینتی ظرف چند دهۀ اخیر در ایران توسعه چشم‌گیری داشته است، به‌طوری‌که درحال حاضر در ایجاد اشتغال و تجارت داخلی نقش مهمی دارد و هر ساله گونه-های جدید و تجاری جهت تکثیر و پرورش وارد ایران می‌شود. بخش اعظم پرورش ماهیان زینتی در ایران به گونه‌های آب شیرین مربوط است (عادلی، ۱۳۸۹). استان‌های اردبیل، تهران، قزوین، البرز و مرکزی نقش مهمی در زمینه تکثیر و پرورش ماهیان آکواریومی دارند و بزرگ‌ترین تولیدکنندگان ماهیان زینتی محسوب می‌شوند، به‌طوری‌که در سال ۱۳۹۱ میزان تولید ماهیان تزیینی در کشور ۱۴۷۸۵۴ قطعه بوده است (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۲).

ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio* Hamilton,1822) از ماهیان زینتی بسیار زیبا در آب شیرین و مناطق گرمسیری است که زیستگاه آن شرق هند، بنگلادش، پاکستان، میانمار و نپال و از خانوادۀ کپور ماهیان است (Saddhe *et al*., 2013). طول عمر آن حدود ۵ سال است و در دمای ۱۸ تا ۲۵ درجه سلسیوس به-راحتی زندگی می‌کند (Hill *et al*., 2011). حداکثر طول آن ۶ سانتی‌متر است. روی بدن خطوط افقی رنگی دارد و دارای رژیم غذایی همه‌چیزخواری است (Quigley & Parich, 2002). این ماهی به‌دلیل هماوری بالا، اندازه کوچک، دوره جنینی شفاف و دوره زندگی کوتاه در مطالعات زیست پزشکی کاربرد زیادی دارد (Lawrence, 2007; Koerber & Kalishman, 2009). رنگ بدن یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها در ماهیان تزئینی است. کاروتنوئیدها در رنگ پوست و عضله ماهیان تأثیر بسیار زیادی دارند. با توجه به اینکه ماهی توانایی ساخت این رنگدانه‌ها را ندارد، باید رنگدانه در رژیم غذایی آنها وجود داشته باشد. همچنین باتوجه به اینکه رنگدانه‌های سنتزی تأثیرات سوء زیست‌محیطی دارد، تقاضا برای مصرف رنگدانه-های طبیعی بیشتر شده است. ریزجلبک‌ها از منابع غنی کاروتنوئیدی هستند که از این گروه می‌توان به کلرلا، اسپیرولینا و هماتوکوکوس اشاره کرد (Gupta *et al*., 2006). اسپیرولینا سرشار از مواد مغذی نظیر پروتئین، اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب غیراشباع است که ازلحاظ ارزش غذایی و خواص درمانی مادۀ باارزش محسوب می‌شود (قائنی و همکاران، ۱۳۸۹؛ قائنی و همکاران، ۱۳۹۱). اسپیرولینا سه نوع رنگدانۀ کلروفیل (۱/۷ درصد ترکیبات آلی سلولی)، کاروتنوئید و زانتوفیل (۰/۵ وزن مواد آلی) و دو نوع فیکوبیلوپروتئین به نام C فیکوسیانین و آلوفیکوسیانین دارد (Belay, 2002; Choonawala, 2007). به دلیل وجود مواد مغذی مناسب و رنگدانه‌های مهم در این ریز جلبک کاربردهای فراوانی در صنایع بهداشتی ـ آرایشی و مکمل‌های غذایی دام، طیور و آبزیان دارد (قائنی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Mohammed & Mohd, 2011). اسپیرولینا علاوه‌بر فواید غذایی به‌منزلۀ مکمل برای آبزیان پرورشی استفاده فراوانی دارد و مهم‌ترین اثر آن رنگدانه‌سازی است. اسپیرولینا شامل بتاکاروتن، بتاکریپتوزانتین و زیزانتین به‌عنوان مهم‌ترین کاروتنوئیدها است که همۀ آنها طی فرایندهای اکسیداسیون به آستازانتین تبدیل می‌شود (قائنی و همکاران، ۱۳۸۹؛ قائنی و همکاران، ۱۳۹۱).

ماهی زبرا دانیو در دنیا به‌مثابۀ یک مدل تحقیقاتی مطرح است و به‌دلیل رنگ زیبا و تنوع رنگی اهمیت فراوانی در مطالعات رنگ و الگوهای رنگی دارد. به‌همین دلیل و با توجه به اینکه تاکنون تأثیر ریزجلبک اسپیرولینا بر ماهی زبرا دانیو تحت مطالعه قرار نگرفته است این تحقیق انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با ۱۲ عدد آکواریوم در شهرستان ویس جاده ربیخه به‌مدت ۶۰ روز انجام شد. حجم هر آکواریوم ۴۴ لیتر بود. درجۀ حرارت تمام آکواریوم‌ها و دمای اتاق ازطریق دماسنج کنترل می‌شد که میانگین دمای کارگاه ۱±۲۸ درجۀ سلسیوس بود. داخل هر آکواریوم یک فیلتر اسفنجی استفاده شد تا کار فیلتراسیون را انجام دهد. جهت انجام عمل کلرزدایی از محلول ویژه ضدکلر (تیوسولفات سدیم) به‌ازای هر لیتر آب ۱/۵۷ میلی-گرم استفاده شد. سپس به‌ازای هر ۱۰ لیتر آب یک ساعت هوادهی بدون ماهی صورت پذیرفت که تعادل اکسیژن و هم-دمایی در کلیه آکواریوم‌ها برقرار شد. بعد از آن در هر آکواریوم ۳۰ عدد ماهی قرار داده شد.

۳۶۰ قطعه ماهی زبرا دانیو به‌صورت کاملاً سالم در فروردین‌ماه ۱۳۹۳ از یکی از مراکز فروش ماهیان زینتی در استان خوزستان، شهر اهواز، خریداری شد و پس‌از ۶۰ دقیقه سازگاری باآکواریوم‌هایی که از قبل ضدعفونی و آماده شده بودند و دمای حدود ۲۸-۲۶ درجهٔ سلسیوس داشتند و فیلترهای تصفیه در آنها تعبیه شده بود رها شدند. قبل‌از شروع دورهٔ غذادهی نسبت به زیست‌سنجی آنها اقدام گردید. ماهی زبرا دانیو گونه‌ای از خانوادهٔ کپورماهیان با جثهٔ کوچک می‌باشد که در مناطق گرمسیری زندگی می‌کند. در این تحقیق میانگین طول و وزن نمونه‌های ماهی زبرا دانیو به‌ترتیب ۰/۰۰۸±۱/۵ سانتی‌متر و ۰/۰۰۲±۰/۰۶۴ گرم بود. نمونه‌های ماهی زبرا دانیو در آب موجود در لوله‌کشی تحت مطالعه قرار گرفتند. همچنین منبع نور برای آکواریوم‌ها لامپ مهتابی و دورهٔ تاریکی ـ روشنایی در حد سیرشدن کامل ماهیان درنظرگرفته شد. ماهیان به‌طور تصادفی با چهار تیمار در ۱۲ آکواریوم به شرح زیر تقسیم شدند که تیمارهای غذایی در این پژوهش دارای ۳ تکرار است شامل:

تیمار ۱: جیرهٔ (جیرهٔ غذایی دارای ۳۰ درصد پروتئین)

تیمار ۲: جیرهٔ غذایی به همراه ۰/۵ درصد مکمل اسپیرولینا

تیمار ۳: جیرهٔ غذایی به همراه ۱ درصد مکمل اسپیرولینا

تیمار ۴: جیرهٔ غذایی به همراه ۱/۵ درصد مکمل اسپیرولینا

ماهیان هر تیمار با خوراک معین به‌صورت روزانه در دو نوبت به میزان ۱۰ درصد وزن بدن ماهیان تغذیه شدند. تغذیه با این خوراک‌ها به‌مدت ۸ هفته انجام شد. پودر جلبک اسپیرولینا به‌صورت خشک و بسته‌بندی ۱۰۰ گرمی آماده با ۹۸ درصد خلوص از بازار اهواز تهیه شد. میزان ترکیبات موجود در پودرجلبک اسپیرولینا در جدول ۱ آمده است (قائنی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Falquet, 1999; Otles & Pire, 2001).

جدول ۱- میزان تقریبی ترکیبات مغذی پودر جلبک اسپیرولینا.

Table 1. The nutrient composition of *Spirulina*.

مواد مغذی	پودر جلبک اسپیرولینا
Protein	۸۰ – ۵۵ گرم
Lipid	۷-۵ گرم
Fiber	۱۰-۸ گرم
Chlorophyll	۵/۲-۱ گرم
Chlorophyll a	۱۵۰۰-۵۰۰ گرم
Carotenoid	۰/۴-۰/۲ گرم
Phycocyanin	۵/۹-۲/۵ گرم
Potassium	۲۲۰۰-۱۱۰۰ میلی گرم
Calcium	۷۰۰-۵۰۰ میلی گرم
Phosphorus	۷۲۰-۳۴۰ میلی گرم
Magnesium	۷۰۰-۲۵۰ میلی گرم
Iron	۱۰۰-۵۰ میلی گرم
r-Linolenic acid	۱۳۰۰-۵۵۰ میلی گرم
Pro-Vitamin A	۳۰-۲۰ میلی گرم
Vitamin B1	۴-۲ میلی گرم
Vitamin B2	۵-۳ میلی گرم
Vitamin B6	۱/۲-۰/۸ میلی گرم
Vitamin B12	۰/۳-۰/۲ میلی گرم
Vitamin E	۱۰-۸ میلی گرم
Nicotine acid	۱۰-۸ میلی گرم
Inositol	۱۸۰-۷۰ میلی گرم

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1394.2.3.6.7]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.2.3.207]

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1394.2.3.6.7]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.2.3.207]

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS. 18 و Excel 2007 انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها پس‌از ارزیابی نرمالیتی داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده گردید. مقایسهٔ بین تیمارها به کمک آزمون دانکن (Duncan test) صورت گرفت وجود یا فقدان اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص افزایش وزن بدن در ماهی زبرا دانیو بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0.05$)، اما بین تیمار ۱ و ۱/۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0.05$). بالاترین و پایین‌ترین میزان این شاخص به ترتیب در تیمارهای ۱ درصد (۴۹۵/۵۵±۳۰/۲۵) و شاهد (۲۱۲/۸۹۰±۱۸/۹۴) به‌دست آمد (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین میزان درصد افزایش وزن بدن در ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) طی دورهٔ پرورش ۶۰ روزه تغذیه‌شده با پودر جلبک اسپیرولینا.

Table 2. The average percentage of body weight gain in *Danio rerio* during the breeding period of 60 days fed on *Spirulina* algae powder.

تیمار (گرم در کیلوگرم جلبک اسپیرولینا) / دوره پرورش (روز)	۶۰
شاهد	۲۱۲/۸۹۰±۱۸/۹۴[a]
تیمار ۰/۵	۳۹۲/۱۸۷±۲۱/۴۲[b]
تیمار ۱	۴۹۵/۵۵±۳۰/۲۵[c]
تیمار ۱/۵	۴۹۵/۳۷۴±۳۲/۵۵[c]

حروف غیرهمنام در هر ستون اختلاف معنی دار را نشان می دهد ($p<0.05$).

بالاترین میزان ضریب رشد ویژه در تیمار ۱ درصد در روز بیستم دورهٔ پرورش (۰/۰۷۹±۰/۰۰۵) و پایین‌ترین میزان این شاخص در تیمار شاهد در روز شصتم دورهٔ پرورش (۰/۰۱۷±۰/۰۰۱) به‌دست آمد. بین تیمارهای مختلف در دورهٔ پرورش در روزهای بیستم، چهلم و شصتم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0.05$)، اما تیمار شاهد در روزهای بیستم، چهلم و شصتم دوره پرورش با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0.05$)،(جدول ۳). باتوجه به‌نتایج به‌دست آمده، با افزایش میزان پودر جلبک اسپیرولینا طی دورهٔ پرورش ضریب رشد ویژه افزایش می‌یابد، اما باتوجه به اینکه بین تیمار ۱ و ۱/۵ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، به‌نظر می‌رسد تیمار ۱ درصد پودر جلبک اسپیرولینا بهترین تیمار مورد استفاده جهت ضریب رشد ویژه ماهی زبرا دانیو می باشد.

جدول ۳- میانگین ضریب رشد ویژه در ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) طی دورهٔ پرورش ۶۰ روزه تغذیه‌شده با پودر جلبک اسپیرولینا.

Table 3. The average specific growth rate in *Danio rerio* during the breeding period of 60 days fed on *spirulina* algae powder.

تیمار (گرم در کیلوگرم جلبک اسپیرولینا) / دوره پرورش (روز)	۲۰	۴۰	۶۰
شاهد	۰/۰۳۲±۰/۰۰۳[a]	۰/۰۲۲±۰/۰۰۲[a]	۰/۰۱۷±۰/۰۰۱[a]
تیمار ۰/۵	۰/۰۶۷±۰/۰۰۵[b]	۰/۰۳۷±۰/۰۰۳[b]	۰/۰۲۴±۰/۰۰۱[b]
تیمار ۱	۰/۰۷۹±۰/۰۰۵[c]	۰/۰۴۲±۰/۰۰۳[c]	۰/۰۲۹±۰/۰۰۲[b]
تیمار ۱/۵	۰/۰۷۷±۰/۰۰۴[c]	۰/۰۴۱±۰/۰۰۲[c]	۰/۰۲۷±۰/۰۰۲[b]

حروف غیرهمنام در هر ستون اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد ($p<0.05$).

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1394.2.3.6.7]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.2.3.207]

مطالعات انجام شده نشان داده است که استفاده از ترکیبات غذایی آرد گندم، آرد سویا و سبوس گندم در جیره غذایی ماهیان سبب بهبود عملکرد و افزایش ضریب رشد می‌شود (ساعدی و همکاران، ۱۳۹۰). رنجبر (۱۳۹۰) نشان داد که ضریب رشد ویژه در ماهی گورامی طلایی (*Trichogaster trichopterus* Pallas, 1770) طی ۶۰ روز پرورش با افزایش پنیرک (*Malva sylvestris* L.) و گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) افزایش می‌یابد ($p<0.05$). جیرهٔ تغذیه‌شده با ۶ درصد پنیرک دارای بیشترین رشد ویژه بوده است. قدسی و سوداگر گزارش کردند که استفاده از عصارهٔ گل سرخ در ماهی گوپی (*Poecilia reticulate* Peters, 1859) سبب افزایش رشد می‌شود (قدسی و سوداگر، ۱۳۸۹). همچنین استفاده از عصارهٔ آکیناسه و آویشن در ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus* Agassiz, 1831) باعث افزایش رشد در این گونه شده است (عبدی و همکاران، ۱۳۸۸). Dugenci و همکاران (2003) در مطالعه‌ای اثرات چند گونه گیاه دارویی بر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) به این نتیجه رسیدند که عصارهٔ گیاهانی نظیر داروواش (*Viscum album* L.)، گزنه (*Urtica dioica* L.) و زنجبیل (*Zingiber officinale* L.) سبب افزایش سرعت رشد ویژه در این ماهی شده است. Peddie و همکاران (2005) نشان دادند مصرف ارگوسان (AquaVac ergosan) در جیرهٔ غذایی ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tschawytscha* Walbaum) باعث افزایش ضریب رشد ویژه می‌شود که نتایج این مطالعات با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

بالاترین میزان فاکتور وضعیت در تیمار ۰/۵ در روز چهلم دوره پرورش (۰/۰۲۷±۳/۵۷۶) و پایین‌ترین میزان این شاخص در تیمار ۱/۵ در روز شصتم دورهٔ پرورش (۰/۰۰۶±۰/۹۸۷) به‌دست آمد. بین تیمارهای مختلف در روزهای ۲۰ بیستم، چهلم و شصتم دوره پرورش اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p<0.05$)، (جدول ۴). باتوجه به نتایج بهترین جیره غذایی اسپیرولینا ۰/۵ درصد است، زیرا دانیو طی دوره پرورش ۶۰ روزه ماهی زبرا بالاترین مقدار فاکتور وضعیت در تیمار ۰/۵ درصد به‌دست آمده است و باتوجه به اینکه در مبحث ماهیان زینتی اندازه ماهی مهم است این تیمار بهترین جیرهٔ غذایی بود.

جدول ۴- میانگین فاکتور وضعیت در ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) طی دورهٔ پرورش ۶۰ روزه تغذیه‌شده با پودر جلبک اسپیرولینا.

Table 4. The average condition factor in *Danio rerio* during the breeding period of 60 days fed on *spirulina* algae powder.

دوره پرورش (روز) / تیمار (گرم در کیلوگرم جلبک اسپیرولینا)	۲۰	۴۰	۶۰
شاهد	۲/۴۷۰±۰/۰۱۸^{a}	۲/۱۴۳±۰/۰۲۱^{b}	۳/۴۰۳±۰/۰۱۱^{a}
تیمار ۰/۵	۳/۳۶۸±۰/۰۲۴^{a}	۳/۵۷۶±۰/۰۲۷^{a}	۲/۳۶۷±۰/۰۰۹^{b}
تیمار ۱	۲/۹۴۰±۰/۰۱۷^{a}	۲/۳۸۲±۰/۰۱۶^{b}	۱/۱۱۴±۰/۰۱۴^{c}
تیمار ۱/۵	۲/۲۶۵±۰/۰۱۶^{a}	۱/۹۴۳±۰/۰۱۴^{b}	۰/۹۸۷±۰/۰۰۶^{c}

حروف غیرهمنام در هر ستون اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد ($p<0.05$).

فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی، شاخصی مناسب و مفید در مطالعات زیست‌شناختی و رژیم غذایی ماهیان است و روش دیگری جهت بیان رابطهٔ طول ـ وزن ماهی است که می‌تواند در تغییرات جثهٔ ماهی در طول سال استفاده شود (Biswas, 1993).

میزان این شاخص قبل از دورهٔ تخم‌ریزی به‌علت تأمین اندوختهٔ غذایی تخمک‌ها و افزایش متابولسیم با افزایش تغذیه، افزایش می‌یابد و در ماه‌های سرد سال به‌دلیل کاهش متابولیسم و کاهش تغذیه میزان آن کاهش پیدا می‌کند (Ceccuzzi *et al.*, 2011). ضریب چاقی با تخم‌ریزی رابطهٔ عکس دارد و در زمان

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1394.2.3.6.7]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.2.3.207]

تخم‌ریزی ماهی لاغرتر می‌شود (Biswas, 1993). علمداری (۱۳۹۰) گزارش نمود که تأثیر کاروتنوییدهای طبیعی چغندر لبویی و کلم‌برگ قرمز در ماهی گلدفیش (*Carassius auratus* Linnaeus, 1758) از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت ($p>0.05$). در ماهیان هرچه میزان فاکتور وضعیت افزایش یابد احتمالاً غذای فراوانی برای رشد و نمو بدن در دسترس بوده است (ستاری، ۱۳۸۱). با توجه به اینکه هرچه شاخص وضعیت بالاتر باشد، وزن نسبت به طول معین ماهی بالاتر خواهد بود، ماهی چاق‌تر و رشد آن بیشتر می‌گردد (علمداری، ۱۳۹۰). البته مشخص شده است که با مصرف سطوح مختلف پروتئین جیره روند افزایش وزن در مراحل مختلف زیست‌سنجی شدیدتر از روند افزایش طول است (سالک یوسفی، ۱۳۷۹؛ افشار مازندران، ۱۳۸۱).

بالاترین میزان ضریب تبدیل غذایی در دورهٔ پرورش ماهی زبرا دانیو در تیمار شاهد در روز بیستم دوره پرورش (۰/۰۲±۰/۲۲۰) و پایین ترین میزان این شاخص در تیمار ۰/۵ در روز چهلم دوره پرورش (۰/۰۲±۰/۰۳۹) به‌دست آمد. بین تیمارهای مختلف در روزهای بیستم، چهلم و شصتم دوره پرورش اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p<0.05$)، فقط بین تیمارهای شاهد و ۱ در روز چهلم و شصتم دوره پرورش اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>0.05$)، (جدول ۵)، به‌عبارت دیگر افزایش میزان پودر جلبک اسپیرولینا در جیرهٔ غذایی ماهی زبرا دانیو طی دورهٔ پرورش ۶۰ روزه تأثیری بر شاخص ضریب تبدیل غذایی نداشت. البته باتوجه به نتایج به‌دست آمده تیمار ۰/۵ درصد در روز چهلم دوره پرورش بهترین جیرهٔ غذایی می‌باشد. ضریب تبدیل غذایی می‌تواند نشان‌دهندهٔ قابلیت جیره در افزایش رشد ماهی زبرا دانیو باشد که به شاخص‌هایی مانند افزایش وزن و میزان مصرف غذا در طول دوره پرورش وابسته است (علمداری، ۱۳۹۰). یکی از عوامل اقتصادی بودن پرورش آبزیان مقدار ضریب تبدیل غذایی است، زیرا دانیو علاوه بر کاهش هزینه‌های غذا و غذادهی به سبب مقدار کمتر غذادهی، از آلودگی ثانویه آب محیط پرورش و به تبع آن کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری خواهد کرد. با افزایش وزن ماهیان، مقادیر تغذیه و متناسب با آن، ضریب تبدیل غذایی کاهش می‌یابد (اکرمی و همکاران، ۱۳۹۲). در مطالعهٔ تأثیر کاروتنوئیدهای طبیعی چغندر لبویی و کلم برگ قرمز در ماهی گلدفیش میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت (علمداری، ۱۳۹۰). در مطالعهٔ اثر مخمر قرمز و آستازانتین سنتزی بر رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نیز تفاوت معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی مشاهده نشد.

جدول ۵- میانگین ضریب تبدیل غذایی در ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) طی دورهٔ پرورش ۶۰ روزه تغذیه‌شده با پودر جلبک اسپیرولینا.

Table 5. The average food conversion ratio in *Danio rerio* during the breeding period of 60 days fed on *spirulina* algae powder.

دورهٔ پرورش (روز) / تیمار (گرم در کیلوگرم جلبک اسپیرولینا)	۲۰	۴۰	۶۰
شاهد	۰/۲۲۰±۰/۰۲^{a}	۰/۰۸۴±۰/۰۱^{a}	۰/۰۸۸±۰/۰۶^{a}
تیمار ۰/۵	۰/۰۴۵±۰/۰۲^{b}	۰/۰۳۹±۰/۰۲^{b}	۰/۰۴۴±۰/۰۲^{b}
تیمار ۱	۰/۰۷۳±۰/۰۳^{c}	۰/۰۸۱±۰/۰۳^{a}	۰/۰۸۳±۰/۰۲^{a}
تیمار ۱/۵	۰/۱۲۲±۰/۰۶^{d}	۰/۱۳۵±۰/۰۵^{c}	۰/۱۵۰±۰/۰۵^{c}

حروف غیرهمنام در هر ستون اختلاف معنی‌دار را نشان می دهد ($p<0.05$).

بالاترین میزان مصرف غذای روزانه در دورهٔ پرورش ماهی زبرا دانیو در تیمار شاهد در روز بیستم دوره پرورش (۰/۰۲۹±۱/۱۰۴) و پایین‌ترین میزان این شاخص در تیمار ۰/۵ درصد در روز شصتم دورهٔ پرورش (۰/۰۰۲±۰/۱۲۲) به‌دست آمد. بین تیمارهای مختلف در روزهای بیستم و شصتم دوره پرورش اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p<0.05$)، اما در تیمار

شاهد و ۱ درصد روز چهلم دوره پرورش اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>0.05$) (جدول ۶).

جدول ۶- میانگین مصرف غذای روزانه در ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) طی دوره پرورش ۶۰ روزه تغذیه‌شده با پودر جلبک اسپیرولینا.

Table 6. The average daily food intake in *Danio rerio* during the breeding period of 60 days fed on *spirulina* algae powder.

دوره پرورش (روز) / تیمار (گرم در کیلوگرم جلبک اسپیرولینا)	۲۰	۴۰	۶۰
شاهد	۱/۱۰۴±۰/۰۲۹[a]	۰/۴۲۱±۰/۰۲۶[a]	۰/۴۳۲±۰/۰۲۵[a]
تیمار ۰/۵	۰/۲۳۸±۰/۰۰۲[b]	۰/۱۹۷±۰/۰۰۲[b]	۰/۱۲۲±۰/۰۰۲[b]
تیمار ۱	۰/۳۶۶±۰/۰۰۵[c]	۰/۴۰۷±۰/۰۰۷[a]	۰/۲۰۲±۰/۰۰۵[c]
تیمار ۱/۵	۰/۶۱۳±۰/۰۲۱[d]	۰/۶۷۶±۰/۰۰۸[d]	۰/۳۶۱±۰/۰۰۸[d]

حروف غیرهمنام در هر ستون اختلاف معنی‌دار را نشان می دهد ($p<0.05$).

در این تحقیق نتایج نشان داد که استفاده سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا در جیرهٔ غذایی ماهی زبرا دانیو تأثیر معنی‌داری بر بازماندگی این گونه ندارد ($p>0.05$). با توجه به جدول ۷ مشاهده می‌شود که در روز شصتم دورهٔ پرورش بازماندگی نمونه های ماهی ۱۰۰ درصد بوده است و فقط در تیمار ۱ درصد (۹۹/۴۴۴±۸/۱۲ درصد) تعدادی تلفات دیده شد. همچنین پایین‌ترین میزان بازماندگی در تیمار ۰/۵ روز بیستم دوره پرورش (۹۷/۷۷۷±۸/۹۶ درصد) محاسبه شد.

جدول ۷- میانگین درصد بازماندگی در ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) طی دورهٔ پرورش ۶۰ روزه تغذیه‌شده با پودر جلبک اسپیرولینا.

Table 7. The average survival rate of *Danio rerio* during the breeding period of 60 days fed on *spirulina* algae powder.

دوره پرورش (روز) / تیمار (گرم در کیلوگرم جلبک اسپیرولینا)	۲۰	۴۰	۶۰
شاهد	۹۸/۶۱۱±۷/۱۳[a]	۹۹/۱۶۶±۷/۳۹[a]	۱۰۰±۹/۷۶[a]
تیمار ۰/۵	۹۷/۷۷۷±۸/۹۶[a]	۹۹/۶۴۴±۷/۲۴[a]	۱۰۰±۹/۷۵[a]
تیمار ۱	۹۹/۱۶۶±۸/۸۱[a]	۹۸/۸۸۸±۷/۷۲[a]	۹۹/۴۴۴±۸/۱۲[a]
تیمار ۱/۵	۹۹/۷۲۲±۸/۳۴[a]	۱۰۰±۷/۶۵[a]	۱۰۰±۷/۴۹[a]

حروف غیرهمنام در هر ستون اختلاف معنی دار را نشان می دهد ($p<0.05$).

رنجبر (۱۳۹۰) نشان داد که در ماهی گورامی طلایی (*Trichogaster trichopterus*, Pallas, 1770) طی ۶۰ روز پرورش با افزایش پنیرک (*Malva sylvestris* L.) و گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) بازماندگی معنی‌دار نبوده ($p>0.05$) و تلفات در طول دورهٔ پرورش در بین تیمارهای مختلف گزارش نشده است. Dugenci و همکاران (2003) در مطالعه‌ای اثرا چند گونه گیاه دارویی بر ماهی قزل‌آلای رنگین-کمان به این نتیجه رسیدند که عصارهٔ گیاهانی نظیر دارواش (*Viscum album*)، گزنه (*Urtica dioica* L.) و زنجبیل (*Zingiber officinale* L.) سبب افزایش بازماندگی در این ماهی شده است. همچنین Peddie (2005) مصرف ارگوسان (Aqua Vac ergosan) در جیرهٔ غذایی ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tschawytscha* Walbaum) باعث افزایش درصد بازماندگی می شود که نتایج این مطالعات با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در مطالعهٔ تأثیر کاروتنوییدهای طبیعی چغندر لبویی و کلم برگ قرمز در ماهی گلدفیش (*Carassius auratus* Linnaeus, 1758) میزان تیمارهای مختلف جیرهٔ غذایی بر درصد بازماندگی اختلاف معنی‌داری نداشت (علمداری، ۱۳۹۰). همچنین استفاده از عصارهٔ آکیناسه و

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1394.2.3.6.7]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.2.3.207]

آویشن در ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*, Agassiz, 1831) بر درصد بازماندگی این ماهی تأثیرگذار نبوده است (عبدی و همکاران، ۱۳۸۹). به‌طور کلی از دلایل پایین‌بودن تلفات ماهی طی دورهٔ پرورش می‌توان به وجود جریان دائمی آب، کیفیت مناسب آب در طول دورهٔ پرورش و کیفیت و کمیت جیره غذایی مورد استفاده اشاره نمود (شفایی‌پور، ۱۳۸۵؛ محمودی و همکاران، ۱۳۸۸).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی استفاده از جلبک اسپیرولینا در جیرهٔ غذایی ماهی زبرا دانیو سبب افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه این گونه می‌شود، اما افزایش میزان پودر جلبک اسپیرولینا در جیرهٔ غذایی ماهی زبرا دانیو طی دورهٔ پرورش شصت روزه تأثیری بر شاخص ضریب تبدیل غذایی نداشت. باتوجه به اینکه درمورد شاخص های رشد بین تیمار ۱ و ۱/۵ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، به‌نظر می‌رسد تیمار ۱ درصد پودر جلبک اسپیرولینا بهترین تیمار مورد استفاده جهت رشد ماهی زبرا دانیو می‌باشد. دربارهٔ شاخص مصرف غذای روزانه، ضریب تبدیل غذایی و فاکتور وضعیت بهترین جیرهٔ غذایی، ۰/۵ درصد در روز شصتم دوره پرورش است. پیشنهاد می‌شود که تحقیقات مشابه تغذیه ریزجلبک اسپیرولینا بر دیگر گونه‌های ماهیان زینتی انجام گیرد. همچنین تأثیر تغذیهٔ ماهی زبرا دانیو از گونه‌های دیگر ریزجلبک نیز بررسی شود.

منابع / References

افشارمازندران، ن. ۱۳۸۱. راهنمای عملی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی آبزیان در ایران. – انتشارات نوربخش. چاپ اول. صفحهٔ ۲۱۶.

اکرمی، ر.، چیت ساز، ح.، رازقی منصور، م. و قاسم پور علمدار، ا. ۱۳۹۲. تاثیر پروبیوتیک ایمکس بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب بدن قزل‌آلای رنگین‌کمان. – فصلنامهٔ علوم و تکثیر آبزی‌پروری ۱: ۲۰-۹.

رنجبر، ن. ۱۳۹۰. بررسی مواد افزودنی موجود در پنیرک (*Malva sylvestris*) و گشنیز (*Coriandrum sativum*) بر میزان کاروتنویید پوست و رشد ماهی گورامی طلایی (*Trichogaster trichopterus*). – پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. گروه تکثیر و پرورش آبزیان. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.

ساعدی، م.، سجادی، م.م.، حسین زاده صحافی، ه. و عمادی، ح. ۱۳۹۰. تأثیر جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا در جیرهٔ غذایی ماهی پاکوی قرمز (*Piaractus brachypomus*) بر روی عملکرد رشد و مورفولوژی روده. – مجلهٔ علوم و فنون دریایی ۱۰: ۵۵-۴۷.

سالک یوسفی، م. ۱۳۷۹. تغذیهٔ آبزیان پرورشی. – انتشارات اصلانی. چاپ اول. صفحهٔ ۳۱۸.

ستاری، م. ۱۳۸۱. ماهی شناسی (۱) تشریح و فیزیولوژی. – انتشارات نقش مهر. چاپ اول. تهران. صفحهٔ ۶۶۲.

سالنامهٔ آماری سازمان شیلات ایران. ۱۳۹۲. سازمان شیلات ایران. – دفتر برنامه ریزی گروه آمار و مطالعات توسعه شیلاتی. تهران. صفحهٔ ۶۴.

شفایی‌پور، ا. ۱۳۸۵. بررسی اثرات کنجاله کانولا به جای آرد ماهی بر رشد، ترکیب لاشه، پارامترهای بیوشیمیایی در قزل‌آلای رنگین‌کمان. – رسالهٔ دکترا شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

عادلی، ا. ۱۳۸۹. بازار مبادلات ماهیان زینتی ایران و جهان. – نخستین همایش ماهیان زینتی ایران. سازمان شیلات ایران. تهران.

عبدی، ا.، علیشاهی، م. و مصباح. م. ۱۳۸۹. مقایسهٔ اثر لوامیزول، عصارهٔ اکیناسه و آویشن بر بازماندگی و برخی فاکتورهای رشد در ماهی اسکار (*Astronorus ocellatus*). نخستین همایش ماهیان زینتی ایران. – سازمان شیلات ایران. تهران. صفحات ۷-۱.

علمداری، ر. ۱۳۹۰. تأثیر کاروتنویید‌های طبیعی چغندر لبویی و کلم برگ قرمز بر میزان رنگ‌پذیری پوست و رشد ماهی گلدفیش (*Carassius auratus*). – پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. گروه تکثیر و پرورش آبزیان. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.

قائنی، م.، متین فر، م.، رومیانی، ل. و چوبکار، ن. ۱۳۸۹. ترکیبات شیمیایی پودر ریزجلبک اسپیرولینا. – فصلنامهٔ محیط زیست جانوری (زیست شناسی شیل آمایش) ۲: ۶۱-۵۵.

قائنی، م.، سید هشترودی، م.، قادری، ف. و رومیانی، ل. ۱۳۹۱. بررسی کلروفیل a و کاروتنوئیدها در ریز جلبک اسپیرولینا. – فصلنامهٔ زیست شناسی دریا ۳: ۷۳-۶۷.

محمودی، ر.، جواهری بابلی، م.، خدادادی، م. و شفایی پور، ا. ۱۳۸۸. تعیین اثرات جایگزینی کنجالهٔ سویا به جای کنجاله کلزا (کانولا) بر

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1394.2.3.6.7]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.2.3.207]

رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). – مجلهٔ شیلات ۳: ۳۰-۲۱.

Belay, A. 2002. The potential application of *Spirulina* (Arthrospira) as a nutritional and therapeutic supplement in health management. – The Journal of the American Nutraceutical Association 5: 27-48.

Biswas, S.P. 1993. Manual of Method in Fish Biology. – South Asian Publication, Pvt.Ltd. New Dehli, International Book co. 145 pp.

Ceccuzzi, P., Terova, G., Brambilla, F., Antonini, M. and Saroglia, M. 2011. Growth, diet and reproduction of Eurasian perch fluviatilus in Lake Varese, northwestern Italy. – Fish Science 77: 533-545.

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

Dugenci, S.K., Arda, N. and Candan, A. 2003. Some medicinal plants as immunostimulant for fish. – Journal of Ethnopharmacology 88: 99-106.

Falquet, J. 1999. A teaching module for the production of *Spirulina*. – Antenna Technology, Geneve. 16 p.

Gupta, S.K., Jha, A.K., Pal, A.K. and Venkateshwarlu, G. 2006. Use of natural carotenoids for pigmentation in fish. Natural Product Radiance 6: 46-49.

Hill, J.E., Kapuscinski, A.R. and Pavlowich, T. 2011, Fluorescent Transgenic *Zebra Danio* More Vulnerableto Predators than Wild-Type Fish. – Transactions of the American Fisheries Society 140: 1001-1005.

Koerber, A.S. and Kalishman, J. 2009. Preparing for a semiannual IACUC inspection of a satellite Zebrafish (*Danio rerio*) facility. – Journal of the American Association for Laboratory Animal Science 48: 65-75.

Lawrence, C. 2007. The husbandry of Zebrafish (*Danio rerio*): A review. – Aquaculture 269: 1-20.

Mohammed, M. and Mohd, M. 2011. Production of carotenoids (antioxidants/ colourant) in Spirulina in response to indole acetic acid. – International Journal of Engineering Science and Technology 36: 49-73.

Otles, S. and Prire, R. 2001. Fatty acid composition of chlorella and *spirulina* microalgae species. – Journal of AOAC International 84: 1708-1714.

Peddie, S., Davidson, G., Eccersall, S. and Wardle, R. 2005. The effects of Aquavac Ergosan on growth and survival in juvenile Chinook salmon. – Aquaculture Health International 3: 23-24.

Quigley, I.K. and Parich, D.M. 2002. Pigment pattern formation in Zebrafish: A model for developmental genetics and the evolution of form. – Microscopy Research and Technique 58: 442-455.

Saddhe, A.A., Banerjee, G., Jamdadeh, R.A. and Thete, K.D. 2013, Zebrafish the reliable vertebrate model organism. – DCSI 91: 172-182.

*****

Beiranvand, M., Ghaeni, M. and Velayatzadeh, M. 2015. Impact of *Spirulina* sp. on growth and food intake in *Danio rerio* Hamilton, 1822. – Nova Biologica Reperta 2: 207-215.

بیرانوند، م.، قائنی، م. و ولایت‌زاده، م. ۱۳۹۴. تأثیر مکمل جلبک اسپیرولینا (*Spirulina* sp.) بر رشد و تغذیهٔ ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio* Hamilton, 1822). – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۲: ۲۱۵-۲۰۷.

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1394.2.3.6.7]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.2.3.207]