# رفتار تغذیه ای لارو ماهی فلاور (Blood Parrot × Texas Cichlid) با تغذیه از *Ceriodaphnia quadrangula* و ناپلیوس *Artemia franciscana* در شرایط روشنایی و تاریکی

سجاد پهلوانی[1]، امیدوار فرهادیان[*1]، نصرالله محبوبی صوفیانی[1]

[*]omfarhad@cc.iut.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی ، دانشگاه صنعتی اصفهان، ، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۸

## چکیده

استفاده از غذاهای پلانکتونی بخصوص زئوپلانکتون نقش مهمی در دوران آغازین تغذیه لاروی دارد. یکی از مهم‌ترین روش‌ها در ارزیابی عملکرد تغذیه‌ای لاروها، اندازه گیری میزان بلع است. در این مطالعه لاروهای ۲۰ و ۴۰ روزه ماهی فلاور (بترتیب ۶ و ۱۸ میلی گرم وزن خشک) با سه طعمه زنده زئوپلانکتونی شامل *Ceriodaphnia quadrangula*، ناپلیوس *Artemia franciscana* و ترکیبی از مخلوط برابر (با نسبت ۱:۱ از نظر تعداد) در سه تراکم ۲، ۵ و۱۰ طعمه در هر میلی‌لیتر در شرایط تاریکی و روشنایی تغذیه شدند. نتایج نشان داد نرخ بلع *C. quadrangula* در تراکم ۲، ۵ و ۱۰ طعمه در میلی‌لیتر برای لاروهای ۲۰ روزه فلاور بترتیب ۳۷/۰۵، ۱۱/۶۸ و ۱۶/۱۳ در شرایط روشنایی و ۸۳/۸۲، ۱۸/۷۳ و ۲۲/۲۶ طعمه بر ساعت به ازای هر لارو در شرایط تاریکی است در حالیکه برای لاروهای ۴۰ روزه بترتیب ۱۷/۹۲، ۶۰/۷۶ و ۲۳/۶۲ در شرایط روشنایی و ۲۹/۷۹، ۵۸/۳۵ و ۳۷/۲۳ طعمه بر ساعت در شرایط تاریکی بدست آمد. از سوی دیگر، نرخ بلع ناپلیوس *A. franciscana* برای لاروهای۲۰ روزه فلاور ۱۳۹/۲، ۱۵۸/۱۳ و ۲۰۰ در شرایط روشنایی و ۳۶/۷۲، ۵۳/۷ و ۱۹۲/۸۱ طعمه برساعت در شرایط تاریکی، در حالیکه در لاروهای ۴۰ روزه ۱۱۷/۷۹، ۱۸۱/۲۲ و ۲۴۱ در روشنایی و ۱۲۵/۱۷، ۸۹/۴ و ۱۲۸/۲۶ طعمه بر ساعت بدست آمد. نتایج نرخ بلع طعمه مخلوط در لارو ۲۰ روزه ۴۰/۳۵، ۴۱/۵۱ و ۴۱/۷۵ در روشنایی و ۵۶/۹۸، ۲۵/۷۲ و ۱۸/۹۳ طعمه بر ساعت در شرایط تاریکی بود در حالیکه در لارو ۴۰ روزه بترتیب ۱۴۳/۳، ۱۸۳/۵۷ و ۱۸۰/۸۴ در روشنایی و ۱۱۲/۱۵، ۱۸۱/۲۵ و ۲۰۵/۲۹ طعمه بر ساعت بدست آمد. با افزایش تراکم و افزایش سن لاروها میزان بلع افزایش یافت. نرخ بلع ویژه *C. quadrangula*، ناپلیوس *A. franciscana* و مخلوط برابر آنها در لاروهای۲۰ روزه بترتیب ۵/۴-۲/۵، ۲/۲۳-۰/۵۴ و ۲/۱۲-۰/۸۷ درصد وزنی در ساعت و در لارو ۴۰ روزه ۵/۲۷-۱/۳۷، ۰/۸۸-۰/۳۴ و ۱/۸۵-۰/۷ درصد وزنی در ساعت بود. شاخص انتخاب (Electivity index, E) برای طعمه مخلوط با افزایش سن لاروها تمایل کمتر به مصرف ناپلیوس آرتمیا دارد. بر اساس رفتارتغذیه‌ای لارو ماهی فلاور قابلیت پرورش را با هر دو طعمه زنده دارد. اما ناپلیوس آرتمیا عملکرد تغذیه‌ای مناسب‌تری داشت.

**واژگان کلیدی:** میزان بلع، *Ceriodaphnia quadrangula*، ناپلیوس*Artemia franciscana*، ماهی فلاور

[*]**نویسنده مسئول**

## مقدمه

فلاورهورن (Blood Parrot×Texas (flowerhorn) Cichlid) یکی از ماهیان آب شیرین است که نامگذاری آن به دلیل رنگ‌های جذاب و برآمدگی روی سر است. این ماهی نوعی هیبرید است و والدین آن هر چند که کاملاً مشخص نشده اما بیان شده که هیبریدی از دو نوع سیچلاید است و طی پرورش‌های متعدد صفات تزیینی آن مثل رنگ و برآمدگی سر بارز گشته است. به احتمال زیاد والدین ماهی فلاور Blood parrot×Texas Cichlid هستند (ارجینی، ۱۳۹۰).

صنعت آبزی پروری ماهیان تزئینی همانند سایر صنایع دارای مشکلات و موانع در مسیر توسعه خود می باشد (حاجی میر رحیمی و دادگر، ۱۳۹۵). یکی از مشکلات در پرورش ماهیان تزیینی بخصوص ماهی فلاورهورن تأمین غذای مناسب است، زیرا بر میزان رشد و بقاء تاثیرگذار است. غذاهای کارخانه‌ای و کنسانتره ماندگاری مناسب ندارند و کیفیت ویتامین‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهای چرب و روغن‌های آنها طی زمان کاهش می‌یابد (Lim *et al*., 2003). استفاده از پودر کرم خاکی در پرورش لارو ماهی اکواریومی اسکار (محمدپور و همکاران، ۱۳۹۸) و همچنین استفاده از طعمه‌های زئوپلانکتونی زنده نظیر مژه‌داران، روتیفرها، آنتن‌منشعب‌ها و پاروپایان می‌تواند انتخاب مناسبی در تامین طعمه باشد. در میان آنها، آنتن‌منشعبان و پاروپایان به طور گسترده به عنوان غذای زنده در پرورش لارو ماهی و میگو استفاده می‌شوند (Chakrabarti & Jana, 1990; Cunha & Plansa, 1999).

امروزه رایج‌ترین غذای زنده برای ماهیان زینتی ناپلیوس *Artemia franciscana*است که یک گونه غیربومی است و نیاز به جایگزینی مناسب دارد. آنتن‌منشعب‌ها به دلیل فراوانی، کیفیت غذایی واندازه مناسب،تولید مثل پارتنوژنزیز و محتوای مناسب تغذیه‌ای همواره از زئوپلانکتون‌های مناسب به عنوان غذای زنده هستند. آنتن‌منشعب *Ceriodaphnia quadrangula* گونه‌ای است که معمولاً در استخرهای پرورش ماهی حضور دارد و به دستکاری در سیستم پرورش مقاوم است و به عنوان غذا برای لارو ماهی استفاده می‌شوند. این گونه دارای پروتئین ۵۴ درصد، چربی ۱۲/۳ درصد وزن خشک، اسیدهای چرب سیرنشده ۲۷/۳ درصد و اسیدهای چرب سیرنشده ۶۳/۷ درصد می‌باشد (Flores-Burgos *et al*., 2003).

اگرچه مطالعاتی بر مقایسه رفتارهای تغذیه‌ای لارو ماهی (مانند تعداد برخورد، حملات، بلع و فرار) با توجه به طعمه زئوپلانکتونی به طور گسترده گزارش شد (Chu & Yufera Shing, 1986; Flores-Burgos *et al*., 2003 & Darias, 2007;). اما در مورد نرخ مصرف و انتخاب طعمه بخصوص برای ماهی فلاور در گزارش‌ها وجود ندارد. به طور کلی، انتخاب طعمه در لاروها تحت تأثیر عواملی مانند شکل، تراکم و تحرک طعمه و اندازه دهان و قدرت بینایی لارو و عوامل محیطی مانند شدت نور و دما می‌باشد (Alam, 1992). هدف از انجام این تحقیق تعیین نرخ بلع (Ingestion rate)، نرخ بلع ویژه (Weight specific ingestion) و شاخص انتخاب (Electivity index, E) در لارو ماهی فلاور۲۰ و۴۰ روزه با استفاده از سه طعمه زنده *C. quadrangula*، ناپلیوس *A. franciscana* و مخلوطی برابر از *C. quadrangula* و ناپلیوس *A. franciscana* (با نسبت ۱:۱ از نظر تعداد) در تراکم‌های مختلف در شرایط تاریکی و روشنایی بود.

## مواد و روش‌ها

### تهیه طعمه‌های آزمایشی

نمونه‌های *C. quadrangula* در فصل زمستان به صورت تخم‌های نهان‌زی (افیپیوم) از دریاچه سد حنا واقع در شهرستان سمیرم استان اصفهان (ارتفاع ۲۶۰۰ متر از سطح دریا) جمع آوری شده و به طور زنده به آزمایشگاه انتقال داده شدند. تخم‌های نهان‌زی بر اساس کلید شناسایی شناسایی شدند. تخم‌های نهان‌زی گونه *C. quadrangula* به شکل نیم دایره، دارای یک تخم و به رنگ کاهی تا متمایل به زرد کم رنگ و ابعاد ۰/۳۵-۰/۲۷ میلی‌متر هستند (Hunt von Herbing & Gallager, 2000). تخم‌های نهان‌زی با فراهم نمودن شرایط مناسب شامل ۵۰۰ میلی‌گرم سیست در ۱ لیتر آب اتوکلاو شده و شرایط دمایی ۲±۲۲ درجه سانتی‌گراد تخم گشایی شدند.

سپس افراد درون بشر آزمایشگاهی با حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر مجددا کشت داده شد تا از خلوص آن اطمینان حاصل شود. غذادهی با استفاده از جلبک سبز میکروسکوپی *Scenedesmus quadricauda* انجام شد. بشر آزمایشی دارای گونه مورد مطالعه به طور دقیق با جمع‌آوری پوسته‌ها و غذاهای رسوب کرده هر دو روز یکبار قبل از تغذیه مورد مراقبت و نگهداری ویژه قرار گرفت. آنتن‌منشعبان مورد نظر تا سه نسل درون بشر تکثیر یافته و سپس برای افزایش تراکم، کشت خالص به ظروف ۱۰ لیتری انتقال یافتند. بعد از ۶ هفته، ذخیره خالص مناسب به اندازه کافی و مورد نیاز جهت انجام آزمایش‌های مورد نظر آماده شد. وزن خشک طعمه (۱/۲±۴/۲ میکرو گرم) در فرمول میزان بلع ویژه در نظر گرفته شد.

سیست آرتمیا فرانسیسکانا (NABS: North American Brine Shrimp) با ۱۰۰ درصد خلوص مورد استفاده قرار گرفت. بعد از هر دوره ۲۴ ساعته معمولاً هوادهی متوقف شده و پس از اینکه بسیاری از ناپلیوس‌ها ته نشین شدند، با سیفون کردن جمع آوری می‌شدند. ناپلیوس‌ها با آب شیرین اتوکلاوه شده شستشو و سپس برای تهیه تراکم مورد نظر و یا تنظیم آن در طی آزمایش مورد استفاده قرار می‌گرفت (Schiopu *et al*., 2006). وزن خشک ناپلیوس استفاده شده *A. franciscana* (۰/۴±۱/۶ میکروگرم) در فرمول میزان بلع ویژه لحاظ گردید.

## روش انجام آزمایش

لاروهای ماهیان به صورت ۱ قطعه در ویال‌های ۵۰ میلی لیتری تقسیم گردید. ظروف حاوی تیمارهای مختلف درون اتاقک‌های پوشیده با پلاستیک سیاه قرار گرفتند. جهت تامین نور از لامپ فلئورسنت با فاصله ۲۰ سانتی متری استفاده شد. لارو ماهی فلاورهورن در دو گروه سنی ۲۰ و ۴۰ روزه پس از تفریخ، خریداری شد و با هوادهی کافی به آزمایشگاه منتقل شدند. لاروها به مدت ۱ روز و با مخلوط شامل ناپلیوس *A. franciscana* و آنتن منشعب *C. quadrangula* مورد تغذیه قرار گرفته تا سازگاری شده و سپس در روز بعد مورد آزمایش قرار گرفتند. شایان ذکر است، آخرین غذادهی لاروها ۳ ساعت قبل از شروع آزمایش بود. دو دسته آزمایش تغذیه‌ای به طور جداگانه در این مطالعه انجام شد. نرخ بلع و شاخص انتخاب طعمه در آزمایش اول با استفاده از لاروهای ۲۰ روزه و در آزمایش دوم با استفاده از لاروهای ۴۰ روزه از غذاهای زنده *C. quadrangula*، ناپلیوس *A. franciscana* و مخلوط آنها در تراکم‌های مختلف در دو محیط تاریکی و روشنایی با شدت نور ۵۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه بررسی شد. هر یک از تراکم‌های فوق در ۳ تکرار و هر تکرار با یک قطعه لارو ماهی انجام شد. آزمایش‌ها در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت بطول انجامید. در پایان آزمایش، لاروهای ماهیان از ظروف آزمایشی خارج و ۳ تراکم طعمه‌های باقی‌مانده با گرفتن ۳ نمونه ۵ میلی‌لیتری از هر ظرف با استفاده از لام زنوپلانکتون شمار باگاروف ( Bogorov's plate chamber) شمارش شدند. وزن خشک لارو ماهیان با استفاده از آون الکتریکی در دمای ۱۰۰درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت اندازه گیری شد. وزن خشک لاروهای ۲۰ و۴۰ روزه بترتیب ۶ و ۱۸ میلی‌گرم بدست آمد.

## محاسبه میزان بلع

میزان بلع براساس فرمول Farhadian و همکاران(۲۰۱۴) به شرح ذیل مورد محاسبه قرار گرفت.

$$B = \frac{V}{n \times t}$$

$$A = \frac{(C1 - C2)}{C1}$$

$$IR = \left[(C0 - Ct) - (A - C0\right] \times B$$

IR = تعداد طعمه بلع شده توسط لارو ماهی در ساعت، C0 = تراکم اولیه طعمه در هر بشر دارای لارو ماهی، Ct = تراکم نهایی طعمه در هر بشر دارای لارو ماهی، C1 = تراکم اولیه طعمه در هر بشر بدون لارو ماهی (کنترل)، C2= تراکم نهایی طعمه در هر بشر بدون لارو ماهی (کنترل)، V = حجم ظرف کشت لاروها، n= تعداد لارو ماهی، t = زمان (ساعت)

با توجه با اینکه محیط زندگی ناپلیوس آرتمیا آب شور می‌باشد و آزمایش تغذیه‌ای در آب شیرین با لارو فلاور انجام شد، به منظور جلوگیری از مرگ و میر ناپلیوس آرتمیا و سرشکن نمودن آن در محاسبات میزان بلع، اولاً میزان بلع برای دوره‌های یکساعته اندازه‌گیری شد و ثانیاً ظروف کنترل (بدون لارو و تنها دارای ناپلیوس) نظیر آنچه در فرمول وجود دارد، در نظر گرفته شد.

برای محاسبه میزان بلع مخصوص بر اساس وزن بدن لاروها (Weight Specific Ingestion) و شاخص انتخاب E بر اساس روابط ذیل محاسبات انجام شد (Farhadian *et al*., 2007).

$$E = \frac{r - p}{r + p}$$

r =درصد طعمه مورد نظر بلع شده نسبت به کل طعمه‌ها، p= درصد سایر طعمه‌های موجود در ظرف آزمایشی

$$WSI\ (\%) = \frac{F}{L} \times 100$$

F= مقدار غذای یا طعمه بلعیده شده بر حسب وزن خشک آن، L= وزن خشک لارو (۵۰ میلی گرم) پس از تغذیه

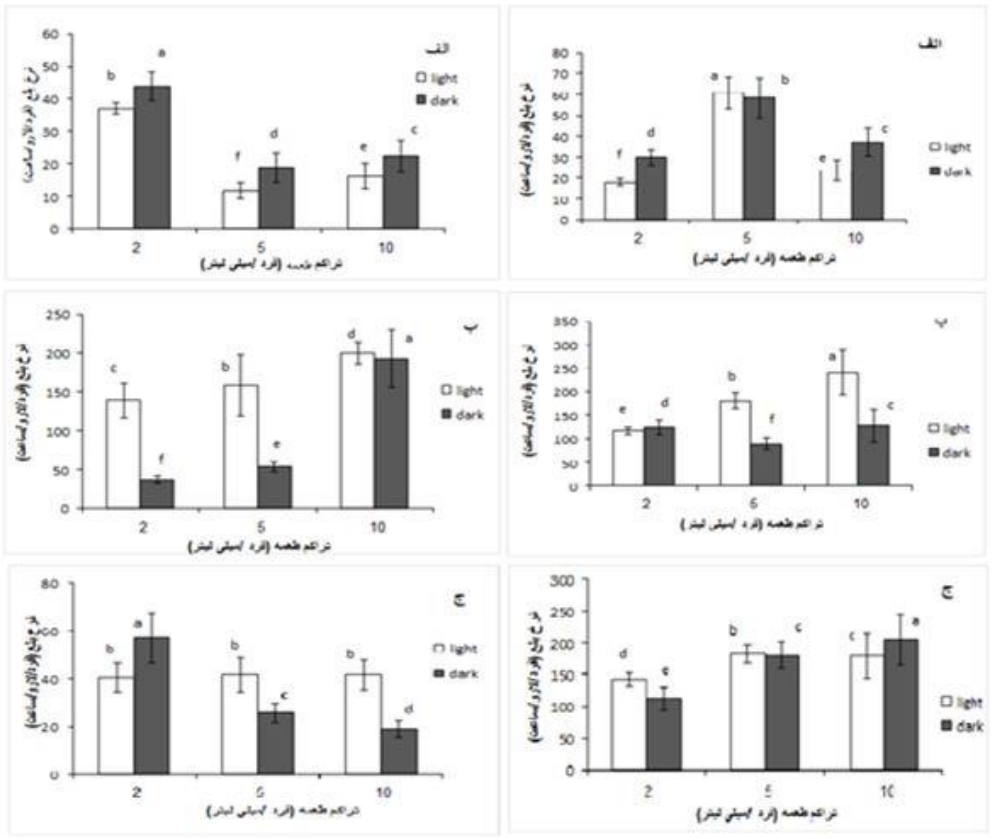
### آنالیزهای آماری

دو آزمایش به صورت طرح فاکتوریل ۳×۲×۳ طراحی شد (۳ نوع طعمه در دو محیط تاریک و روشن با ۳ تکرار در یک طرح کامل تصادفی انجام شد). برای اطمینان از نرمال بودن داده‌های حاصل از تیمارهای آزمایشی با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنف مورد بررسی قرار گرفت. همگنی واریانس با استفاده از آزمون لون (Levene's test) انجام شد. داده‌های درصد ابتدا به ریشه دوم آنها تبدیل شده و سپس مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. داده‌ها با آنالیز واریانس یک طرفه مورد تجزیه آماری قرار گرفت. شرایط روشنایی و تاریکی در تراکم‌های مختلف برای هر طعمه مورد مقایسه آماری قرار گرفت. تفاوت بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح معنی دار ۰/۰۵ با هم مقایسه گردید. تمام تجزیه و تحلیل ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS, version 16 انجام شد (Zar, 1984).

## نتایج

نتایج نرخ بلع لاروهای ۲۰ روزه ماهی فلاور در شکل ۱ ارائه شده است. بیشترین نرخ بلع در تغذیه با ناپلیوس *A. franciscana* ۲۰۰ فرد بر ساعت در تراکم ۱۰ و شرایط روشنایی و کمترین نرخ بلع در طعمه *C. quadrangula* ۱۱/۶۸ فرد بر ساعت در تراکم ۵ و شرایط روشنایی حاصل شد. نرخ بلع *C. quadrangula* در تراکم ۲، ۵ و ۱۰ طعمه در میلی لیتر برای لاروهای ۲۰ روزه فلاور بترتیب ۳۷/۰۵، ۱۱/۶۸ و ۱۶/۱۳ در شرایط روشنایی و نرخ بلع ۸۳/۸۲، ۱۸/۷۳ و ۲۲/۲۶ فرد بر ساعت به ازای هر لارو در شرایط تاریکی مصرف می‌کند (شکل ۱-الف) در حالیکه نرخ بلع ناپلیوس برای لاروهای ۲۰ روزه فلاور ۱۳۹/۲، ۱۵۸/۱۳ و ۲۰۰ در شرایط روشنایی و ۳۶/۷۲، ۵۳/۷ و ۱۹۲/۸۱ فرد بر ساعت در شرایط تاریکی بود (شکل ۱- ب). میزان بلع در تراکم‌های مختلف در همه تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P\leq0.05$). نتایج نرخ بلع لاروهای۴۰ روزه ماهی فلاور در شکل ۲ ارائه شده است. نرخ بلع *C. quadrangula* در تراکم ۲، ۵ و ۱۰ طعمه برای لاروهای۴۰ روزه بترتیب ۱۷/۹۲، ۶۰/۷۶ و ۲۳/۶۲ در شرایط روشنایی و نرخ بلع ۲۹/۷۹، ۵۸/۳۵ و ۳۷/۲۳ طعمه بر ساعت در شرایط تاریکی بدست آمد (شکل ۲- الف). همچنین، نرخ بلع ناپلیوس برای لارو های ۴۰ روزه ۱۱۷/۷۹، ۱۸۱/۲۲ و ۲۴۱ در روشنایی و ۱۲۵/۱۷، ۸۹/۴ و ۱۲۸/۲۶ طعمه بر ساعت بدست آمد (شکل ۲- ب). نتایج نشان داد که بیشترین نرخ بلع در ناپلیوس به ازای هر لارو ۲۴۱ فرد بر ساعت در تراکم ۱۰ و شرایط روشنایی و کمترین در *C. quadrangula* ۱۷/۹۲ فرد بر ساعت در تراکم ۲ و شرایط روشنایی است. میزان بلع در تراکم‌های مختلف در همه تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی‌دار را نشان داد ($P\leq0.05$).

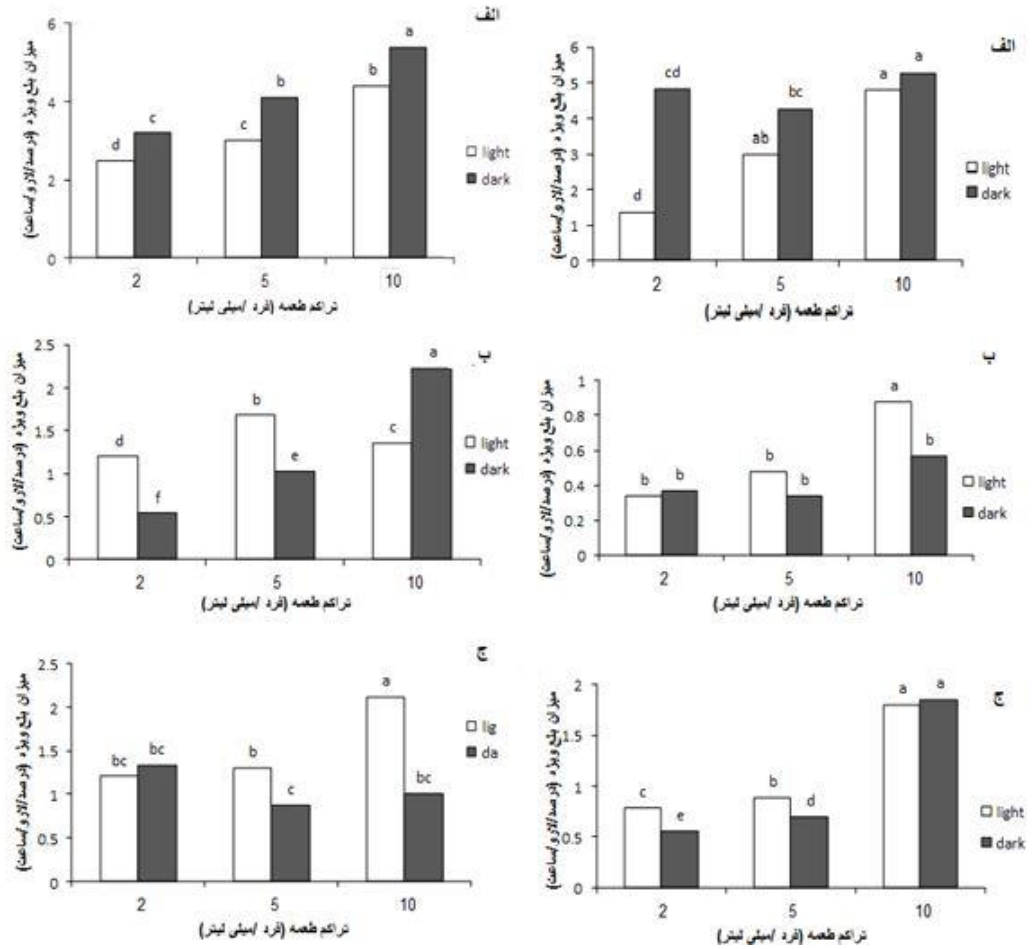
میزان بلع ویژه لاروهای ۲۰ روزه ماهی فلاور با تیمارهای مختلف در شکل ۳ ارائه شده است.




**شکل۱: میزان بلع ( فرد/لارو×ساعت ) لارو ماهی فلاور ۲۰روزه (سمت چپ) و ۴۰ روزه (سمت راست) در تغذیه با تیمارهای مختلف الف) سریو دافنیا ب) ناپلیوس آرتمیا ج) مخلوط برابر سریودافنیا و ناپلیوس آرتمیا. داده ها میانگین ± خطای استاندارد ارائه شده است. حروف مشترک نشانه عدم معناداری است.**

**Figure 1: Ingestion rate (ind./larvae/h) of 20-d (left) and 40-d (right) flower larvae fed on different treatments. *C. quadrangula* (top row), *A. franciscana* (middle row), and their combination (down row). Data are mean±SE. the same letter indicate not significant differences.**

نتایج نشان داد که بیشترین میزان بلع ویژه در تغذیه با تیمار *C. quadrangula* ۵/۴ (درصد/لارو×ساعت) و مربوط به تراکم ۲ و شرایط روشنایی و کمترین میزان بلع ویژه در تغذیه با تیمار *A. franciscana* ۰/۵۴ (درصد/لارو×ساعت) و مربوط به تراکم ۱۰ و شرایط روشنایی می‌باشد. بیشترین میزان بلع ویژه در تیمارهای مختلف ۵/۴، ۲/۲۳، ۲/۱۲ (درصد/لارو×ساعت) و کمترین میزان بلع ویژه در تیمارهای مختلف ۲/۵، ۰/۵۴، ۰/۸۷ (درصد/لارو×ساعت) بترتیب مربوط به تیمارهای *C. quadrangula*، ناپلیوس *A. franciscana* و ترکیبی از مخلوط برابر *C. quadrangula* و ناپلیوس *A. franciscana* بدست آمده است. میزان بلع ویژه در تراکم‌های مختلف در همه‌ی تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P\leq0.05$). نتایج حاصل از انجام آزمایش تغذیه برای تعیین میزان بلع ویژه لاروهای ۴۰ روزه ماهی فلاور با تیمارهای مختلف در شکل ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین میزان بلع ویژه در تغذیه با تیمار *C. quadrangula* به ازای هر لارو به طور میانگین ۲/۲۴ (درصد/لارو×ساعت) و مربوط به تراکم ۱۰ و شرایط تاریکی و کمترین میزان بلع ویژه در تغذیه با تیمار ناپلیوس *A. franciscana* به ازای هر لارو به طور میانگین ۰/۳۴ (درصد/لارو×ساعت) و مربوط به تراکم ۲ و شرایط روشنایی می‌باشد.

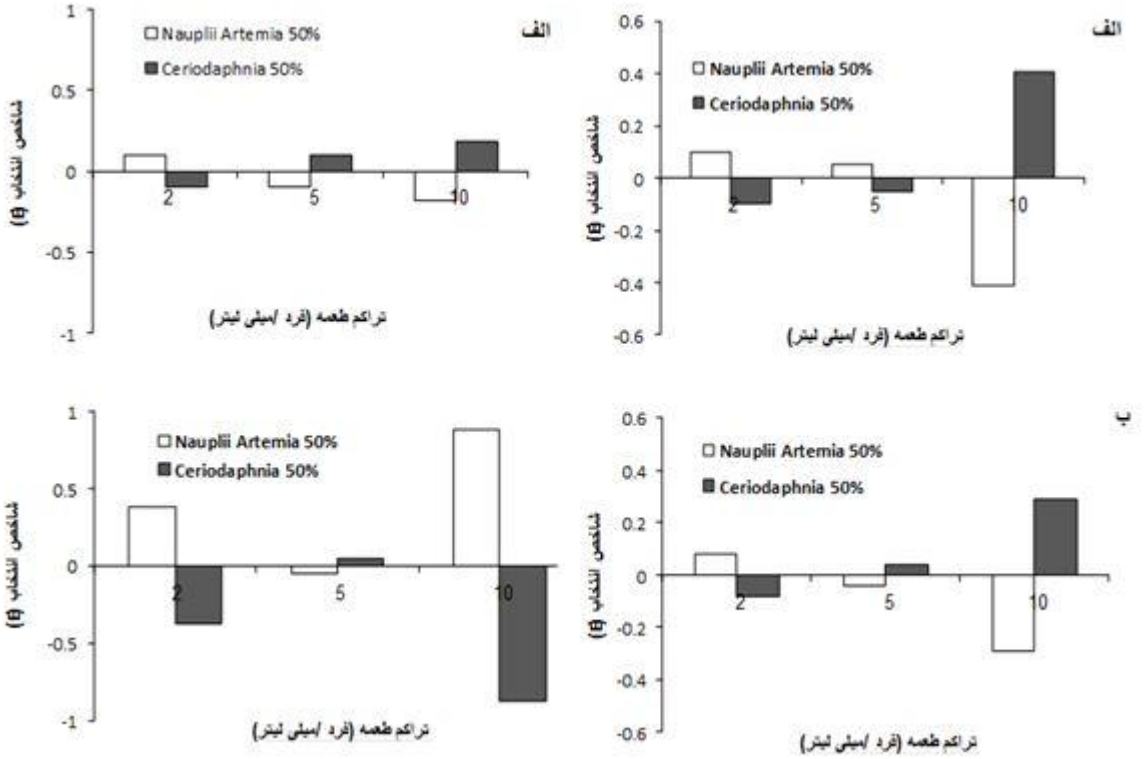



**شکل۲: میزان بلع ویژه (درصد/لارو×ساعت ) لارو ماهی فلاور ۲۰ روزه (سمت چپ) و ۴۰ روزه (سمت راست) تغذیه شده با تیمارهای مختلف در شرایط تاریکی و روشنایی الف) سریودافنیا ب) ناپلیوس آرتمیا ج) مخلوط برابر سریودافنیا وناپلیوس آرتمیا (۱:۱). داده ها میانگین ± خطای استاندارد ارائه شده است. حروف مشترک نشانه عدم معناداری است.**

**Figure 2: Weight specific ingestion (%/larvae/h) of 20-d (left) and 40-d (right) flower larvae fed on different treatments. *C. quadrangula* (top row), *A. franciscana* (middle row), and their combination (down row). Data are mean±SE. the same letter indicate not significant differences.**

بیشترین میزان بلع ویژه در تیمارهای مختلف۲/۲۴، ۰/۸۸، ۱/۸۵ (درصد/لارو×ساعت) و کمترین میزان بلع ویژه در تیمارهای مختلف ۰/۵۹، ۰/۳۴، ۰/۵۶(درصد/لارو×ساعت) بترتیب مربوط به تیمارهای *C. quadrangula*، ناپلیوس *A. franciscana* و ترکیبی از مخلوط برابر *C. quadrangula* و ناپلیوس *A. franciscana* بدست آمده است. میزان بلع ویژه در تراکم‌های مختلف در همه تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی دار درصد نشان داد ($P\leq0.05$).

نتایج شاخص انتخاب (E) لاروهای ۲۰ روزه ماهی فلاور با تیمارهای ترکیبی مختلف شکل ۳-الف برای شرایط روشنایی و شکل ۳-ب برای تاریکی ارائه شده است. شاخص انتخاب (آرتمیا در مقابل سریودافنی) در تراکم‌های ۲، ۵ و ۱۰ فرد در میلی لیتر بترتیب ۰/۱ به ۰/۱-، ۰/۱- به ۰/۱ و ۰/۱۸- به ۰/۱۸ در روشنایی و این مقادیر بترتیب در تاریکی ۰/۳۸ به ۰/۳۸-، ۰/۰۵ به ۰/۰۵- و ۰/۸۸ به ۰/۸۸- بدست آمد. نتایج شاخص انتخاب (E) لاروهای ۴۰ روزه ماهی فلاور با تیمارهای ترکیبی مختلف شکل ۳-الف برای شرایط روشنایی و شکل ۶-ب برای تاریکی ارائه شده است.




**شکل۳: شاخص انتخاب (E) لارو ماهی فلاور ۲۰ روزه (سمت چپ) و ۴۰ روزه (سمت راست) تغذیه شده با طعمه ترکیبی *C. quadrangula* + Nauplii Artemia با نسبت (۱:۱) در تراکم‌های مختلف ۲، ۵ و ۱۰ در شرایط الف) روشنایی ب) تاریکی**

**Figure 3: Electivity index (E) of 20-d (left) and 40-d (right) flower larvae fed on combined diet of *C. quadrangula* + *A. franciscana* at different prey densites. Light condition (top row) and dark condition (down row).**

شاخص انتخاب (آرتمیا در مقابل سریودافنی) در تراکم های ۲، ۵ و ۱۰ فرد در میلی لیتر بترتیب ۰/۱ به ۰/۱-، ۰/۰۵به ۰/۰۵- و ۰/۴۱ به ۰/۴۱- در روشنایی و این مقادیر بترتیب در تاریکی ۰/۰۸ به ۰/۰۸-، ۰/۰۴- به ۰/۰۴ و ۰/۲۹- به ۰/۲۹ بدست آمد. چنین یافته‌هایی نشان می‌دهند که در لاروهای سنین ابتدایی ۲۰ روزه ترجیح مصرف ناپلیوس *A. franciscana* بالاتر از *C. quadrangula* است اما با افزایش سن لاروها شاخص انتخاب اعداد مثبتی را برای سریودافنی نشان می‌دهد.

## بحث

در لاروهای ۲۰ روزه افزایش تراکم طعمه *C. quadrangula* به طور معنی‌داری موجب کاهش میزان بلع شد در حالیکه در مواجهه با آرتمیا افزایش تراکم طعمه موجب افزایش معنی‌دار در میزان بلع شد (شکل ۱). در لاروهای ۴۰ روزه تراکم ۲ و ۵ فرد در میلی لیتر از سریودافنی افزایش میزان بلع داشت در حالیکه در طعمه آرتمیا فقط در شرایط نور سبب افزایش بلع شد (شکل ۲). انتظار می‌رفت که با افزایش تراکم طعمه، نرخ بلع افزایش یابد اما نتایج این تحقیق نشان داد که می‌تواند متأثر از سن (اندازه) لارو و همچنین تابع شرایط نوری در زمان تغذیه باشد. مطالعات در خصوص رفتار تغذیه‌ای نتایج متفاوت و متنوعی در گونه‌های مختلف آبزیان دارد. تعداد یا دفعات مواجهه با طعمه، تعداد حملات به طعمه در هر واحد زمان، گرفتن طعمه و به دام انداختن آن یا گرفتن تنها بخشی از طعمه، بلع کردن یا تکه تکه کردن طعمه، پس زدن طعمه و فرار نمودن از طعمه تماما از مواردی است که می‌تواند تفاوت‌ها را نشان دهد و تا حدودی

تفسیر نماید (Yufera & Darias, 2007). همچنین تغذیه در لارو ماهیان بستگی به توانایی آن در حس کردن موقعیت غذا، توانایی صید آنها، بلع مواد غذایی و توانایی بیوشیمیایی و فیزیولوژیک آنها را در هضم و متابولیسم مواد غذایی بلع شده دارد (Garcia-Ulloa & Gomez-Romero, 2005).

بیشترین میزان بلع در لاروهای فلاور ۴۰ روزه تغذیه شده با تیمارناپلیوس آرتمیا و کمترین میزان بلع در لاروهای فلاور ۲۰ روزه تغذیه شده با تیمار سریودافنیا بدست آمد. بنابراین، افزایش سن لارو ماهی، میزان بلع آن افزایش می‌یابد بطوریکه بنظر می‌رسد دلیل این افزایش بلع در سنین بالاتر، بزرگتر شدن اندازه دهان لارو ماهیان باشد که نقش مهمی در تغذیه لارو ماهیان در مراحل آغازین تغذیه دارد. از دیگر دلایل می‌توان به افزایش قدرت جابجایی و شناگری لارو ماهیان و همچنین تکامل سیستم گوارشی و آنزیم‌های هضمی و گوارشی در سنین بالاتر اشاره نمود. به طور نسبتاً مشابهی Hunt von Herbing and Gallager (۲۰۰۰) گزارش دادند که حمله و موفقیت درتغذیه و گرفتن طعمه با افزایش طول بدن وسن لارو افزایش می‌یابد. همچنین Schiopu و همکاران (۲۰۰۶) بیان نمودندکه میزان بلع زئوپلانکتون‌ها در لارو ماهی *Dendraster excentricuc* با افزایش سن لارو افزایش می‌یابد. Yufera و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که میزان بلع لاروهای ماهیان با افزایش مراحل تکاملی و بزرگتر شدن لارو افزایش می‌یابد. Farhadian و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که افزایش میزان بلع با افزایش سن لارو در ماهی آنجل افزایش می‌یابد.

در مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری بین بلع در شرایط تاریکی و روشنایی مشاهده شد (شکل‌های۱ و ۲). صرف نظر از تراکم و نوع طعمه مشخص شد که نور کامل و تاریکی کامل تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان بلع ماهی فلاور ۲۰ و ۴۰ روزه دارد. افزایش قابل ملاحظه میزان بلع در لاروهای ۴۰ روزه را می‌توان به قدرت بینایی افزون تر این لارو نسبت داد، زیرا جستجو، برخورد، حمله و شکار و شنا بمراتب بهتر انجام می‌شود. تاکنون مطالعه‌ای بلع در شرایط روشنایی و تاریکی مطلق انجام نشده و عمده مطالعات در شرایط نوری متناوب و به بررسی تأثیر شدت نور و طول موج نور متمرکز بوده است. برای مثال، در این راستا Downing و Litvak (۱۹۹۹) در بررسی اثر شدت نور و طول موج‌های مختلف بر تغذیه ابتدایی لاروهای ماهی هاداک *Melanogrammus aeglefinus* دریافتند که در شدت نورهای خیلی زیاد وکم تغذیه به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، در طیف‌های نور آبی و قرمز نیز تغذیه نسبت به سایر طیف‌ها کمتر بود. در حالیکه در نور سفید (مجموعه کامل طول موج‌های مرئی) تغذیه و رشد مناسب‌تر مشاهده شد. آنها همچنین دریافتند که شدت نور زیاد مانع از دید لارو ماهی شده و در رشد و بقاء آن اختلال ایجاد می‌کند دقیقاً مانند شرایطی که در تاریکی کامل ایجاد می‌شود. کاهش بلع در تراکم‌های بالا طعمه (تراکم ۵ و ۱۰ فرد در میلی‌لیتر) را می‌توان به کاهش مصرف لاروها، ایجاد سایه در تراکم های مذکور و کاهش بیشتر بینایی و همچنین استرس‌های ناشی از آن در لاروهای ریزتر (لاروهای ۲۰ روزه) می‌توان نسبت داد.

در مطالعات بلع یکی از مهم‌ترین پارامترهای مهم در مقایسه و ارزیابی لاروهای آبزیان استفاده از میزان بلع ویژه برحسب درصد از وزن لارو می‌باشد. به طور کلی، در طول روزهای نخست تغذیه، لاروها می‌توانند بالای ۱۰۰ درصد وزن بدنشان، بلع طعمه داشته باشند. در این مطالعه بلع ویژه سریودافنی در شرایط نور و تاریکی در لاروهای ۲۰ روزه و ۴۰ روزه روند بسیار مشخص و افزایشی را با افزایش تراکم طعمه داشت و تاثیر تاریکی سبب بهبود بلع ویژه شد، در حالیکه در استفاده از آرتمیا میزان بلع ویژه در هر دو مورد کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت و در روشنایی مقادیر بیشتری را نشان داد.

به طور کلی، افزایش سن لاروهای ماهی فلاور، بلع ویژه را کاهش داد. زیرا بلع ویژه (برحسب وزن خشک پایه) با تکامل و رسیدن به یک بلع موثر، کاهش می‌یابد (Farhadian *et al.*, 2007). با وجود این، افزایش بلع ویژه در طول هفته‌های ابتدایی تغذیه مشاهده می‌شود. بدیهی است که دسترس به طعمه یکی از مهمترین فاکتورها در این مرحله است. افزایش در تراکم طعمه به

طور مستقیم بر میزان بلع لارو ماهی تاثیر دارد. با وجود این، رفتار گونه‌های مختلف در محیط‌های مختلف غذایی، متفاوت است. در هر مرحله تکاملی از زندگی موجود، مورفولوژی و رفتار موجود نیز با تغییراتی همراه است که این امر باعث تغییراتی در احتیاجات تغذیه‌ای آن می‌شود. بجز این تغییرپذیری ویژه، آزمایش‌های بلع با لاروهای نسبتاً ریز ماهیان بخصوص ماهیان اکواریومی از قبیل فلاور بشدت تحت تاثیر روش‌ها و شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. مشکل کسب داده‌های موثق در شروع دوره تغذیه، وقتی که همه لاروها هنوز تغذیه نکردند می‌باشد و یک افزایش سریع در میزان بلع در چند ساعت ممکن است اتفاق بیافتد.

در مطالعه حاضر لاروهای ماهی فلاور برای تیمار ترکیبی ناپلیوس آرتمیا و سریودافنی در گروه سنی ۲۰ روزه تمایل بیشتری به مصرف ناپلیوس آرتمیا داشتند. در صورتی که لاروهای ۴۰ روزه تغذیه شده با همین تیمار سریودافنی را ترجیح می‌دادند. در این مطالعه شاخص انتخاب طعمه در تراکم‌های بالاتر (در این مطالعه تراکم ۱۰) مقادیر بالاتری را نشان داد و لاروهای ۲۰ روزه در شرایط نوری طعمه سریودافنی و در شرایط تاریکی انتخاب طعمه ناپلیوس آرتمیا را ترجیح دادند. در لاروهای ۴۰ روزه در بالاترین میزان بلع انتخاب طعمه سریودافنی در هر دو شرایط نوری و تاریکی بهتر از آرتمیا بود. نوع طعمه یا غذای زنده تاثیر مهمی بر میزان بلع دارد (Garcia-Ulloa and Gomez-Romero, 2005). میزان ترجیح دادن طعمه در بین لارو ماهیان متفاوت است که بستگی به رفتار لارو ماهی، اندازه و رنگ طعمه دارد. تاثیرات بیان شده یعنی نوع طعمه و اندازه آن به طور نسبی در مقایسه با تاثیرات عواملی مانند درجه حرارت، اندازه لارو و تراکم طعمه یا غذای زنده بسیار اندک است (Farhadian *et al*., 2007).

## نتیجه گیری کلی

به طور کلی، این مطالعه نشان داد که میزان بلع معمولی، میزان بلع ویژه و شاخص انتخاب طعمه در ماهی فلاور هورن تابع تراکم، سن لاروها و شرایط نور و تاریکی پرورش است. لارو ماهی فلاورهورن قابلیت پرورش با هر دو طعمه زنده ناپلیوس آرتمیا و آنتن منشعب سریودافنی را دارد. اما ناپلیوس آرتمیا عملکرد مناسب‌تری به لحاظ رفتار تغذیه‌ای (میزان بلع و شاخص انتخاب) بخصوص در مراحل اولیه لاروی در لاروی با سن ۲۰ روز دارد. شاخص انتخاب (E) برای طعمه ترکیبی *C. quadrangula* + *Artemia* نشان داد که با افزایش سن لاروها تمایل کمتر به مصرف ناپلیوس *Artemia* و تمایل به مصرف بیشتر *C. quadrangula* است.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشکده منابع طبیعی، معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه صنعتی اصفهان به لحاظ فراهم نمودن اعتبار پژوهشی تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

## منابع

**ارجبینی، م. ۱۳۹۰.** آکواریوم و ماهیان زینتی نمادی از طبیعت زیر آب. انتشارات نقش مهر، تهران. ۶۸ و ۱۱۴ص.

حاجی میررحیمی، **س. د.، دادگر، ش. ۱۳۹۵** . بررسی موانع و راهکارهای توسعه صنعت ماهیان زینتی در ایران «مورد مطالعه :استان مرکزی » . مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۵، شماره ۳: ۱۳۳-۱۴۷. DOI: 10.22092/ISFJ.20170110265

**محمدپور، ی.، شاپوری، م. ، سادات صادقی، م.، غلامی، ش. ۱۳۹۸.** مقایسه اثر جیره غذایی بیومار و کرم خاکی بر شاخص های رشد و بازماندگی ماهی اسکار (*Asteronotus ocellatus*). مجله علمی شیلات ایران. سال بیست و هشت /شماره ۲:۳۹-۴۸. DOI: 10.22092/ISFJ2019.118907.

**Alam, M.J., 1992.** *Moina micrura* (Kurz) as a Live Substitute for *Artemia* sp. in Larval Rearing of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), Doctoral Thesis, Faculty of Fisheries and Marine Science, University Pertanian Malaysia, 214P.

**Chakrabarti, R. and Jana, B.B., 1990.** Food preferences and selection by common carp *Cyprinus carpio* fry underdifferent feeding regimes. *Journal of Applied Ichthyology*, 6: 223-230. DOI: 10.1111/j.1439-0426.1990.tb00582.x.

**Chu, K.H. and Shing, C.K., 1986.** Feeding behavior of the shrimp, *Metapenaeus ensis*, on *Artemia* nauplii. *Aquaculture*, 58: 175–184. DOI: 10.1016/0044-8486(86)90083-9.

**Cunha, I. and Plansa, M., 1999.** Optimal prey size for early turbot larvae (*Scophthalmus maximus*) based on mouth and ingested prey size. *Aquaculture*, 175: 103-110. *DOI*:10.1016/S0044-8486(99)00040-X

**Downing, G. and Litvak, M.K., 1999.** The effect of photoperiod, tank color and light intensity on growth of larval haddock. *Aquaculture International*, 7: 369-382. *DOI*: 10.1023/A:1009204909992.

**Farhadian, O., Yusoff, F.M. and Arshad, A., 2007.** Ingestion rate of postlarvae *penaeus monodon* fed *Apocyclups dengizicus* and *Artemia*, *Aquaculture*, 269: 265-270. DOI:10.1016/j.aquaculture.2007.05.034

**Farhadian, O., Kharamannia, R., Mahboobi Soofiani, N. and Ebrahimi Dorche, E., 2014.** Larval feeding behavior of Angel fish *Pterophyllum scalare* (*Cichlidae*) fed copepod *Eucyclops serrulatus* and cladoceran *Ceriodaphnia quadrangula*. *Aquaculture Research*, 45: 1212-1223. DOI: 10.1111/are.12065.

**Flores-Burgos, J., Sarma, S.S.S. and Nandini, S., 2003.** Population growth of zooplankton (*Rotifers* and *Cladocerans*) fed *Chrorella vulgaris* and *Senedesmus acutus* in different proportions. *Acta Hydrochim. Hydrobiologia*, 31: 240-248. DOI: 10.1002/aheh.200300488

**Garcia-Ulloa, M. and Gomez-Romero, H.J., 2005.** Growth of angel fish *Pterophyllum scalare* juveniles fed inert diets. *Advances En Investigation Agropecuaria*, 9: 49-60. *DOI*. 10.1007/s40995-017-0318-6

**Hunt von Herbing, I. and Gallager, S.M., 2000.** Foraging behavior in early Atlantic cod larvae (*Gadus morhua*) feeding on a protozoan (*Balanion* sp.) and a copepod nauplius (*Pseudodiaptomus* sp.). *Marine Biology*, 136: 591-602**.** DOI: 10.1007/s002270050719

**Lim, L. C., Dhert, P. and Sorgeloos, P., 2003.** Resent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture. *Aquaculture*, 227: 319-331. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00512-X

**Schiopu, D., George, S.B. and Castell, J., 2006.** Ingestion rates and dietary lipids affect growth and fatty acid composition of *Dendraster excentricus* larvae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 328: 47-75. DOI: 10.1016/j.jembe.2005.06.019

**Yufera, M. and Darias, M.G., 2007.** The exogenous feeding in marine fish larvae. *Aquaculture* 268: 53-63. *DOI:* 10.1016/j.*aquaculture*

**Yufera, M., Pascual, E., Polo, A. and Sarasquete, M.C., 1993.** Effect of starvation on the feeding ability of gilthead

sea bream (*Sparus aurata* L.) larvae at first feeding. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 169: 259-272. DOI: 10.1016/0022-0981(93)90196-U

**Zar, J.H., 1984.** Bioststistical analysis, 2nd edition. Prentice Hall Inc., *Englewood Cliffs*, New York, USA. 718P. DOI: 10.4236/ijcm.

# Larval feeding behavior of Flower fish larva (Blood Parrot × Texas Cichlid) fed *Ceriodaphnia quadrangula* and *Artemia franciscana* nauplii in light and dark conditions

Pahlevani S.[1]; Farhadian O. [1*]; Mahboobi Soofiani N. [1]

[*]omfarhad@cc.iut.ac.ir

1-Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

## Abstract

Use of planktonic diets especially zooplankton are important in first larval feeding period in fishes. One of the methods for evaluation of larval feeding performance is measuring ingestion rate. In this study, three different live foods, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Artemia franciscana* nauplii, and combination (1:1 in number) of *C. quadrangula* and nauplii *A. franciscana* in light and dark conditions were offered to Flower fish larvae viz 20 (6 mg dry weight) and 40 days (d) (18 mg dry weight) after haching at different prey densities of 2, 5 and 10 ind./ml. Results showed that 20-d larvae of Flower consumed *C. quadrangula* at a rate of 11.68–43.82 ind./h, *A. franciscana* nauplii at 36.72–200 ind./h, and mixture of *C. quadrangula* and *A. franciscana* nauplii at 18–57 ind./h. Results showed that ingestion *C. quadrangula* at density of 2, 5 and 10 in./ml for 20-days larvae were 37.05, 11.68 and 16.13 at light, respectively, and 83.82, 18.73 and 22.26 prey/h/larvae at dark; while for 40-days larvae were 17.92, 60.76 and 23.62 at light, respectively, and 29.79, 58.35 and 37.23 prey/h/larvae at dark. Correspondingly, ingestion of *A. franciscana* for 20-d larvae were 139.2, 158.13 and 200 at light, and 36.72, 53.7 and 192.81 prey/h/larvae at dark, these amounts for 40-d larvae were 143.3, 183.57 and 180.84 at light, and 112.15, 181.25 and 205.29 prey/h/larvae at dark. The ingestion rate increased with increasing age larvae and increasing prey density. The weight specific ingestion (WSI) of *C. quadrangula*, *A. franciscana* and its combination ranged 2.5-5.4, 0.54-2.23 and 0.87-2.12 % weight/h for 20-d larvae and 1.37-5.27, 0.34-0.88 and 0.70-1.85% weight/h for 40-d larvae. The WSI decreased with increasing age larvae. The electivity indices (E) indicating lower tendency towards nauplii of *A. franciscana* consumption. Based on feeding behaviour, Flower fish larvae could be cultured with two live prey, but suitable feeding performance obtained with nauplii of *A. franciscana*.

**Keywords**: Ingestion rate, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Artemia franciscana*, Flower fish

[*]Corresponding author