

## "مقاله پژوهشی"

# استفاده از آرد محصولات کشاورزی به جای پودر جلبک اسپیرولینا در تغذیه آرتمیا (*Artemia franciscana*) در شرایط پرورشی

شکوفه راشدی<sup>۱</sup>، مهرداد فتح‌اللهی<sup>۱\*</sup>، فردین شالویی<sup>۱</sup>

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۱۶

## چکیده

به منظور تحقیق برای رسیدن به جیره غذایی ساده‌تر و اقتصادی‌تر برای پرورش آرتمیا، سه جیره، آرد نخودچی (۱۰۰٪) به عنوان تیمار تغذیه‌ای نخست، تیمار تغذیه‌ای دوم از آرد سویا (۱۰۰٪) و تیمار تغذیه‌ای سوم شامل آرد نخودچی (۴۰٪)، آرد کنجاله سویا (۴۰٪) و آرد شاهدانه (۲۰٪) در مقایسه با شاهد (جلبک اسپیرولینا) در این تحقیق به کار گرفته شد. غذادهی با تیمارهای آزمایشی در سه تکرار انجام گرفت. مدت زمان آزمایش از زمان تخم‌گشایی تا بلوغ آخرین گروه تیماری، ۲۳ روز طول کشید. نتایج نشان داد که بین گروه‌های تغذیه‌شده با تیمارهای مختلف و شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر میانگین رشد طولی وجود داشت ( $p < 0.5$ ). میانگین طول کل آرتمیا در تیمار دوم بالاترین میزان ( $0.98 \pm 0.01$  سانتی‌متر) و شاهد (اسپیرولینا) دارای کمترین مقدار ( $0.60 \pm 0.01$  سانتی‌متر) بود. روز بلوغ آرتمیا در افراد گروه (وجود حداقل ده فرد بالغ در هر سه تکرار) به عنوان پدیده موثر در وقفه رشد طولی جمعیت، در تیمار اول (آرد نخودچی) و در روز هیجدهم تغذیه اتفاق افتاد. پس از آن بلوغ در تیمار دوم (آرد کنجاله سویا) با مدت زمان بیست روز و تیمار سوم (آرد مخلوط) با مدت زمان بیست و سه روز مشاهده شد. تا پایان روز بلوغ گروه‌های تیماری، گروه شاهد آرتمیای تغذیه‌شده با جلبک اسپیرولینا به بلوغ نرسیدند. تغذیه لاروها بعد از تفریخ سیستم‌ها با آرد نخودچی و نیز با آرد کنجاله سویا در این آزمایش رشد طولی بهتری را نسبت به جلبک اسپیرولینا به همراه داشت.

**کلمات کلیدی:** آرتمیا، آرد محصولات کشاورزی، جیره غذایی خشک، اسپیرولینا

\* عهده‌دار مکاتبات: mehrdadfattollahi@gmail.com

## مقدمه

اندازه کوچک دهان لارو ماهیان تازه به تغذیه افتاده از یک سو و متعادل نبودن ترکیبات غذایی پلتهای ساخته شده در کارخانه که نیازهای غذایی لاروها را به طور کامل تامین نمی کند از سوی دیگر، گاهی موجب تلفات ناشی از سوء تغذیه و گرسنگی می شود (Ogello et al., 2022). محاسن کاربرد غذای زنده در آبزیان جذب و هضم آسان، تامین اسیدهای آمینه ضروری، میکروالمانها، اسیدهای چرب و تمامی فاکتورهای ضروری تغذیه، ایجاد مقاومت در مقابل عوامل بیماری زا و استرس های محیطی، رشد کافی گنادهای تناسلی، بلوغ بهتر و سریعتر به ویژه در صنعت ماهیان زینتی، کمک به جذب و هضم غذای تولید کارخانه و نیز تولید آسان با قیمت مناسب است (کامیار و همکاران، Azra et al., 2022; ۱۴۰۰).

از میان غذاهای زنده مورد استفاده در تغذیه آبزیان مختلف از جمله پرورش میگوهای پنائیده، میگوی دراز آب شیرین، پرورش ماهیان دریایی، آب شیرین و ماهیان آکواریومی، نائیلیوس آرتمیا موفقیت آمیزترین رژیم تغذیه به عنوان غذای ابتدایی به شمار می رود (آذری تاکامی و همکاران، ۱۳۸۶؛ آق، ۱۳۸۱؛ Camera, 2020; Azra et al., 2022; 2015; Jobling, 2015). مهم ترین عامل برای استفاده از آرتمیا به عنوان غذای زنده ارزش غذایی آن خصوصا در مرحله نائیلیوس است. زیرا دارای بیش از ۶۰ - ۵۵ درصد پروتئین و ۲۰ - ۴ درصد چربی بوده و همچنین تمامی اسیدهای آمینه ضروری و اکثر اسیدهای چرب را در حد مطلوب دارا می باشد (Ahmadi et al., 1990; Sørvalen et al., 2018).

علاوه بر مصرف نائیلی آرتمیا توسط پرورش دهندگان ماهیان زینتی در سالنها، پرورش لارو این غذای زنده تا مرحله بلوغ برای تامین خوراک ماهیان به دلیل ایجاد آلودگی کمتر و مصرف بهتر توسط ماهیان زینتی برای سالن داران آکواریوم نیز بسیار مورد توجه است. به منظور پروار بندی آرتمیا (پرورش لاروها تا مرحله بلوغ) استفاده از جلبک های زنده یا خشک برای تغذیه مناسب، ولی با مشکلات خاص خود از جهت تامین و هزینه غذای آنها برای پرورش دهندگان روبروست و موجب می شود پرورش دهندگان از پروار بندی آنها امتناع کرده و ترجیح می دهند تا در کارگاه به مصرف خوراک آرتمیا به صورت نائیلی از سیستم های تازه هچ شده مبادرت کنند. البته سیستم های هچ شده به صورت نائیلی در صورت نگهداری نامناسب نیز سریعاً ظرف چند ساعت از بین رفته و فاسد می شوند و روند مدیریت پرورش را با چالش مواجه می نمایند. کیفیت غذاهای مختلف در رشد و بقای بهینه آرتمیا مؤثر است (Li et al., 2022; Vijayaram et al., 2024). از نظر زیست شناسی آرتمیا فاقد هرگونه بیماری است. برای ماهیان آکواریومی و بچه ماهیان پروراری مطلوب می باشد. به آسانی دیده می شود و به سهولت شکار خواهد شد (محمودی و همکاران، ۱۴۰۲). از لحاظ آبی پروری برای پرورش دهنده نیز به آسانی قابل دسترس است. قابلیت نگهداری برای مدت طولانی دارد، روند کشت بسیار آسان و ضد عفونی سیستم ها به راحتی انجام می شود. مهمتر از اینکه از آرتمیا می توان به عنوان حامل انواع مواد غذایی، ویتامین ها، آنتی بیوتیک ها و واکسن ها برای تغذیه آبزیان استفاده نمود (Sorgeloos, 1998; Camera, 2020).

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سالن آبی‌پروری دانشگاه شهرکرد طی یک دوره پرورشی غذادهی ۲۳ روزه بعد از تخم‌گذاری آرتیمیا انجام شد. سیست آرتیمیا (*Artemia franciscana*) از شرکت گوار کویر آریا تحت عنوان برند ایران آرتیمیا تهیه شد. در این تحقیق علاوه بر به‌کارگیری دو نوع از آردهای حبوبات موجود در ایران، از آرد شاهدانه برای تامین اسیدهای چرب ضروری برای پرورش سخت‌پوستان و زئوپلانکتون‌ها نیز در استفاده شد (Gomez et al., 1999). با توجه به فیلترکننده بودن آرتیمیاها ذرات پودری مواد غذایی برای تیمارهای غذایی آزمایش در نظر گرفته شدند (Abatzopoulos et al., 2002; Ogello et al., 2022). تیمارهای مورد استفاده برای غذادهی ناپلی بعد از شکوفایی تا بلوغ آرتیمیا، شامل جلبک اسپیرولینا (شاهد)، آرد نخودچی (۱۰۰٪)، آرد سویا (۱۰۰٪) و مخلوط آردهای نخودچی (۴۰٪)، سویا (۴۰٪) و شاهدانه (۲۰٪) بود. غذا دهی روزانه، بر اساس مشاهده چشمی فعالیت غذایی مصرف‌کنندگی یعنی فیلترکنندگی مصرف‌کننده و صاف شدن آب داخل تانکها، انجام شد.

## تخم‌گذاری سیست‌های آرتیمیا

برای تخم‌گذاری سیست‌های غیر پوسته‌زدایی شده از ظرف‌های یک و نیم لیتری پت (یک بار مصرف) و یک هواده درون هر بطری استفاده شد. بطوری که هوا از ته ظرف وارد شود. در این تحقیق شوری آب ۳۵ گرم در لیتر و دما ۲۸ درجه سانتی بود. مقدار تراکم سیست‌ها ۱/۵ گرم در هر لیتر مایع انکوباسیون در نظر گرفته شد. تخم‌گذاری زیر نور ۲۰۰۰ لوکس انجام

پرورش آرتیمیا با منبع‌های مختلف غذایی به خصوص با محصولات فرعی ارزان قیمت کشاورزی از مرحله ناپلیوسی تا مرحله بلوغ به صورت موفقیت‌آمیز گزارش شده‌است. براساس گزارش محققان، آرتیمیا با خصوصیت لوله‌گوارشی خود، در استفاده از مواد گیاهی، قادر به تغذیه از موجودات ریز است، که این ویژگی اجازه می‌دهد تا از ذرات محصولات غذایی کشاورزی یا حتی محصولات فرعی آن نیز تغذیه کند (Camera, 2020). با توجه به مشکلات تولید و دسترسی پرورش‌دهندگان آرتیمیا به تغذیه با جلبک، در این آزمایش چند جیره خشک در دسترس با کارایی خوب برای پرورش آرتیمیا مورد بررسی قرار گرفت تا کارایی آن با غذای مورد استفاده در پرورش یعنی جلبک اسپیرولینا مقایسه شود. در محیط‌های پرورشی استفاده از غذاهای غیرزنده بسیار ساده خواهد بود و می‌تواند جایگزینی مناسب و ارزان قیمت برای تغذیه موجودات و غذای زنده پرورشی باشند. و در عین حال با توجه به اینکه در صنعت آبی‌پروری بیش از ۷۰٪ هزینه پرورش به تهیه غذا اختصاص داده می‌شود، قیمت مناسب و ارزان محصولات فرعی کشاورزی می‌تواند باعث صرفه جویی و کاهش هزینه تولید و سودآوری این صنعت گردد (Riisgård et al., 2015). هدف این تحقیق معرفی یک جیره خشک در دسترس و به صرفه برای پرورش‌دهندگان کشور، با کارایی خوب برای پرورش آرتیمیا در مقایسه با جیره معمول جلبک اسپیرولینا، با در نظر گرفتن رخدادهای بلوغ در جمعیت آرتیمیاها به عنوان رویداد متوقف‌کننده زی-توده آنها بود.

شد. عمل تخم‌گذاری ۳۶ ساعت به طول انجامید، که بصورت میانگین ۸۶/۴ درصد هیچ صورت گرفت (Dyakovskaya et al., 2023).

بعد از تخم‌گذاری آرتمی‌ها در محفظه ایی جداگانه با آب نمک مشابه ظرف اولیه برای جلوگیری از شوک شوری آماده شد. پس از گذشت ۳۶ ساعت و تفریح سیستم‌های موجود، یک و نیم لیتر از این ظرف به داخل به تانک‌های پرورشی پلی اتیلنی ۲۰ لیتری حاوی ۹ لیتر آب با شوری ۸۰ گرم در لیتر و هوادهی شده به

مدت ۲ روز منتقل شدند (جدول ۱). سیستم‌ها با غذای سبوس‌گندم، تغذیه ابتدایی شدند. بعد از روز سوم غذادهی با خوراک ابتدایی، جلبک اسپیرولینا (شاهد) و سه تیمار آرد نخود چی ۱۰۰٪، آرد سویا ۱۰۰٪ و تیمار ترکیبی آرد نخودچی (۴۰٪)، سویا (۴۰٪) و آرد شاهدانه (۲۰٪) آغاز شد و برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد.

جدول ۱: فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب محیط تفریح و پرورش آرتمیا

| دما (C) | اکسیژن محلول (mg/l) | شوری (g/l) | pH      |
|---------|---------------------|------------|---------|
| ۲۸±۱    | ۷/۲±۰/۱۶            | ۳۵±۰/۵     | ۸/۳-۸/۸ |
| ۲۸±۱    | ۷/۳±۰/۳۴            | ۸۰±۱/۰     | ۸/۳-۸/۸ |

### آماده‌سازی تیمارهای غذایی

برای تهیه تیمارهای غذادهی جلبک اسپیرولینا، قبل از غذادهی پودر جلبک تهیه شده از بازار (درولات اسپیرولینا، شرکت ستاره شاخاب قشم، ایران) به همراه آب در لوله آزمایش در دستگاه همزن یکنواخت شد. آرد نخودچی، به صورت آماده از بازار تهیه و کنجاله سویا توسط یک آسیاب برقی تا حد امکان آرد شد. از هرکدام به مقدار موردنیاز در بشر با آب و با درصدی نمک افزوده یکنواخت و در نهایت ترکیب آماده شده از فیلتر ۵۰ میکرونی عبور داده شد. ترکیب غذایی روزانه و با نهایت تارگی تهیه گشت. برای تهیه ترکیب آرد نخودچی، کنجاله سویا و آرد شاهدانه همانند مرحله گفته شده، آماده سازی اولیه انجام شد، ولی آرد شاهدانه بعد از توزین با مقداری آب توسط دستگاه شیکر همگن و از فیلتر ۵۰ میکرون عبور داده شد و

سپس با آرد نخودچی و کنجاله سویا مخلوط و غذادهی شد.

### غذادهی آرتمیا

پس از روز سوم، غذا دهی به صورت روزانه در دو نوبت در روز در ساعت‌های (۹ و ۱۷) انجام گرفت. میزان غذادهی در ابتدا به صورت چشمی یعنی میزان تغذیه از آنها در حد سیری برآورد شد (برآورد زمان تغذیه بعدی پس از ایجاد یک فضای ابری در تانک و خورده شدن و شفاف شدن آب صورت گرفت) (Riisgård et al., 2015). در ساعت ۱۱ هر روز به اندازه کافی برای رفع آلودگی ظاهری محفظه‌های پرورش از آب تازه ذخیره شده تعویض می‌شد، تا از پودر غذای ته نشین شده تخلیه گردند. پارامترهای کیفی آب همچون دما، شوری، pH و اکسیژن روزانه اندازه‌گیری می‌شد.

## نمونه برداری و زیست سنجی آرتمیا

بعد از شروع تغذیه با غذاهای عنوان شده در تیمارها، روزانه از سه تکرار در هر تیمار به صورت جداگانه ۳۰ نمونه به طور تصادفی برداشت شد. نمونه‌ها به ظرف‌های نمونه‌برداری منتقل و سپس توسط فرمالین به منظور سنجش و آنالیز فیکس شدند. این عمل تا زمان بلوغ آرتمیاهای در تمامی تیمارها ادامه یافت ( Riisgård *et al.*, 2015).

سنجش نمونه‌های هر تیمار به طور روزانه انجام پذیرفت. از ۳۰ نمونه سالم در هر تیمار طول کل آرتمیاهای با استفاده از خط کش از روی عدسی چشمی میکروسکوپ بینوکلار مجهز به میکرومتر، روزانه تا زمان بلوغ سنجش و ثبت شد. پس از پایان آزمایش میزان لاروهای باقی مانده، بلوغ، نرخ رشد ویژه و طول آرتمیا روزانه ثبت شد. طول اولیه و نهایی آنها با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفت. تمام داده‌ها با آزمون واریانس یکطرفه (ANOVA) و توکی و توسط نرم افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

## نتایج

### مراحل رشد و تکامل آرتمیا در طول آزمایش

۱۸ تا ۴۸ ساعت پس از اینکه سیستم‌ها در شرایط مناسب برای رشد قرار گرفتند، پوسته خارجی سیستم شکافته شده و لارو آرتمیا در مرحله پیش ناپلیوس بتدریج از آن خارج شد. برای رفتن به مرحله ناپلیوس، لاروهای آرتمیا با حرکات زواید بدنی خود غشاء را پاره نموده و از آن خارج شدند. در این مرحله هیچ مشکل و ناهنجاری ناشی از شرایط نامناسب محیطی دیده نشد. اندازه ناپلیوس‌ها بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ میکرون بوده و اغلب دارای رنگ زرد- نارنجی بودند. لاروهای

آرتمیا در این مرحله دارای یک چشم میانی قرمز رنگ و سه جفت زواید بدنی داشتند و اثری از جوانه‌های پاهای سینه‌ای دیده نشد. تغذیه آنها به وسیله کیسه زرده انجام می‌گرفت. دوره ناپلیوسی با اولین پوست اندازی به پایان رسید و لاروهای آرتمیا وارد مرحله متاناپلیوسی شدند. اندازه لارو در دوره متاناپلیوسی بین ۹۰۰ تا ۱۵۰۰ میکرون بود و در این مرحله با توجه به قابلیت نسبی شناگری در اکوسیستم محیط، تغذیه اولیه آغاز شد.

پس از دوره متاناپلیوسی که با پنجمین پوست اندازی به پایان رسید، لارو وارد مرحله بعد از متاناپلیوسی شد. در انتهای این دوره اندام‌های تولیدمثلی بصورت جوانه-هایی در ناحیه بندهای تناسلی ظاهر شدند. در طی این مرحله کلیه پاهای سینه‌ای کامل شده و تعداد بندهای شکمی به هفت عدد افزایش یافتند.

در دوره بعد از متاناپلیوسی لاروهای آرتمیا وارد دوره پس از لاروی یا دوره ماقبل مرحله بلوغ شدند. تغییرات اساسی که در طی این دوره در لارو آرتمیا قابل مشاهده بودند شامل: رشد پایک‌های چشمی، بزرگتر شدن چشم‌های مرکب، رشد اندام‌های تولیدمثلی، کوچک شدن شاخک‌ها در آرتمیای ماده و رشد شاخک‌ها در آرتمیای نر و داسی شکل شدن آنها بود. این مرحله برای محقق به معنای رخداد پدیده بلوغ در جمعیت بود و با مشاهده حداقل ده فرد بالغ در دسته، دسته مورد آزمایش بالغ تلقی شد. در این مرحله از پرورش، نمو جنسی آرتمیا کامل شده و جنس نر و ماده براحتی با استفاده از ویژگی‌های ظاهری از یکدیگر تشخیص داده می‌شدند (رشد پایک‌های چشمی، بزرگتر شدن چشم مرکب و نر بالغ با شاخک‌های بلند).

### مقایسه مدت زمان بلوغ آرتمیا

نتایج نشان داد که بلوغ آرتمیا در تیمار تغذیه با آرد نخودچی ۱۰۰٪ در روز هیجدهم، زودترین زمان بلوغ بوده است. پس از آن آرتمیاها با تیمار تغذیه با کنجاله سویا ۱۰۰٪ به مدت زمان بیست روز و تیمار تغذیه با

آرد نخودچی ۴۰٪، آرد سویا ۴۰٪ و آرد شاهدانه ۲۰٪ به مدت زمان بیست و سه روز به بلوغ رسیدند و تا پایان آزمایش گروه آرتمیای تغذیه شده با جلبک اسپیرولینا به بلوغ نرسید (جدول ۲).

جدول ۲: زمان بلوغ آرتمیا در تیمارهای مختلف آزمایش

| تیمار                                  |  |  |  |  |  |  |  | روز مشاهده رسیدگی جنسی افراد بالغ |    |
|----------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------------------|----|
|                                        |  |  |  |  |  |  |  | ۲۴                                | ۲۳ |
| آرد نخودچی                             |  |  |  |  |  |  |  | +                                 | +  |
| کنجاله سویا                            |  |  |  |  |  |  |  | +                                 | +  |
| آرد نخودچی + کنجاله سویا + آرد شاهدانه |  |  |  |  |  |  |  | +                                 | -  |
| اسپیرولینا (شاهد)                      |  |  |  |  |  |  |  | -                                 | -  |

### مقایسه رشد طولی تیمارهای مختلف آرتمیا

میزان رشد طولی آرتمیاهای تغذیه شده با تیمارهای مختلف در کل دوره آزمایش نشانگر این بود که آرتمیای تغذیه شده با تیمار کنجاله سویا با ۰/۹۸ سانتی متر بالاترین میزان میانگین رشد طولی را داشت، که با تیمار غذادهی با آردهای مخلوط نخودچی، کنجاله سویا و شاهدانه اختلاف آن معنی دار بود ( $p < ۰/۰۵$ ). آرتمیای تغذیه شده با تیمار شاهد با ۰/۶۰ سانتی متر پایین ترین میزان میانگین رشد طولی و از تمامی گروه های تیماری دیگر از لحاظ آماری کمتر بود ( $p < ۰/۰۵$ ). آرتمیای تغذیه شده با تیمار آرد نخودچی و مخلوط آرد نخودچی، کنجاله سویا و شاهدانه به ترتیب با میزان رشد طولی ۰/۹۲ و ۰/۸۷ سانتی متر در جایگاه دوم و سوم میانگین رشد طولی قرار گرفتند.

باتوجه به بلوغ آرتمیا در روزهای هیجدهم، بیستم و بیست و سوم غذادهی در گروه های به ترتیب تیمار غذادهی با آرد نخودچی ۱۰۰٪، تیمار غذادهی با کنجاله سویا ۱۰۰٪ و تیمار غذادهی با ۴۰٪ آرد نخودچی، ۴۰٪ کنجاله سویا و ۲۰٪ آرد شاهدانه، در جدول ۳ ارائه شده است. در روز هیجدهم غذادهی، رشد طولی تیمار نخست تغذیه شده با آرد نخودچی بیش از همه گروه های تیماری و شاهد بود ( $p < ۰/۰۵$ ). در میزان رشد طولی نهایی در روز بیست و سوم غذادهی، تیمار غذادهی با آرد نخودچی و تیمار غذادهی با آرد مخلوط نخودچی، کنجاله سویا و شاهدانه اختلاف معنی داری مشاهده نشد ( $p > ۰/۰۵$ )، اما تمام گروه های تیماری به طور کلی با شاهد اختلاف معنی دار داشتند ( $p < ۰/۰۵$ ).

جدول ۳: میانگین شاخص های رشد آرتمیا در تیمارهای مختلف در ۲۳ روز غذادهی

| شاخص                  | تیمار ۱            | تیمار ۲            | تیمار ۳            | شاهد               |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| متوسط طول نخستین (cm) | $0.101 \pm 0.01^a$ | $0.099 \pm 0.01^a$ | $0.100 \pm 0.01^a$ | $0.089 \pm 0.01^a$ |
| متوسط طول نهایی (cm)  | $0.93 \pm 0.01^a$  | $0.98 \pm 0.01^b$  | $0.87 \pm 0.01^a$  | $0.60 \pm 0.01^d$  |
| نرخ رشد ویژه (%)      | $9.56 \pm 0.02$    | $10.22 \pm 0.02$   | $10.5 \pm 0.02$    | $8.26 \pm 0.02$    |
| روز بلوغ              | ۱۸                 | ۲۰                 | ۲۳                 | -                  |

تیمار ۱: آرد نخودچی، تیمار ۲: کنجاله سویا، تیمار ۳: آرد نخودچی +۴۰٪ کنجاله سویا +۴۰٪ شاهدانه ۲۰٪، شاهد: اسپرولینا

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی دار بین گروه های آزمایشی است ( $p < 0.05$ ).

در روز بیستم غذادهی همانند روز هیجدهم پرورش، رشد طولی تیمار آرد نخودچی از همه گروه های تیماری و شاهد بیشتر بود ( $p < 0.05$ ) و در میزان رشد طولی، تیمار کنجاله سویا و تیمار مخلوط آرد نخودچی، کنجاله سویا و شاهدانه نیز اختلاف معنی دار مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). همانند روز هیجدهم تمامی گروه های تیماری با شاهد اختلاف معنی دار داشتند ( $p < 0.05$ ) (جدول ۳).

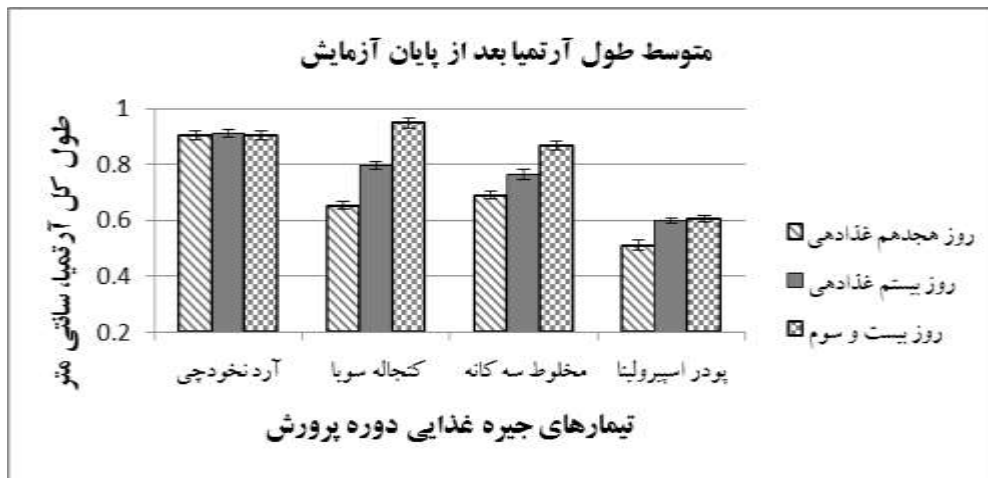
جدول ۴: میانگین رشد طولی آرتمیا (cm) با تیمارهای غذایی متفاوت در روزهای مختلف پرورش

| روز غذادهی | تیمار ۱           | تیمار ۲           | تیمار ۳           | شاهد              |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| ۱۸         | $0.91 \pm 0.01^a$ | $0.65 \pm 0.01^b$ | $0.69 \pm 0.01^b$ | $0.51 \pm 0.01^c$ |
| ۲۰         | $0.92 \pm 0.01^a$ | $0.83 \pm 0.01^b$ | $0.76 \pm 0.01^b$ | $0.60 \pm 0.02^c$ |
| ۲۳         | $0.92 \pm 0.02^b$ | $0.98 \pm 0.01^a$ | $0.87 \pm 0.01^b$ | $0.60 \pm 0.01^c$ |

تیمار ۱: آرد نخودچی، تیمار ۲: کنجاله سویا، تیمار ۳: آرد نخودچی +۴۰٪ کنجاله سویا +۴۰٪ شاهدانه ۲۰٪، شاهد: اسپرولینا

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی دار بین گروه های آزمایشی است ( $p < 0.05$ ).

در روز بیست و سوم میزان رشد طولی تیمار تغذیه آرد نخودچی با تیمار کنجاله سویا اختلاف معنی دار و میانگین رشد طولی گروه تیمار تغذیه با کنجاله سویا بیشتر از گروه تیماری تغذیه با آرد نخودچی شد ( $p > 0.05$ ). همچنین در تیمار تغذیه با آرد نخودچی و تیمار تغذیه با آردهای مخلوط نخودچی، کنجاله سویا و شاهدانه اختلاف طول متوسط معنی دار نبود ( $p > 0.05$ )، اما میزان رشد طولی در تیمار تغذیه با کنجاله سویا و تیمار تغذیه با آردهای مخلوط نخودچی، کنجاله سویا و شاهدانه از لحاظ آماری اختلاف معنی داری داشتند ( $p < 0.05$ ). میزان رشد طولی تیمار تغذیه با کنجاله سویا با طول ۰/۹۸ سانتی متر بیشتر از تیمار تغذیه با آردهای مخلوط نخودچی، کنجاله سویا و شاهدانه با طول ۰/۸۷ سانتی متر بود. همچنین مانند روز هیجدهم و روز بیستم، تمامی گروه های تیماری با شاهد در پایان روز بیست و سوم غذادهی اختلاف معنی دار در رشد طولی داشتند ( $p < 0.05$ ) (شکل ۱).



شکل ۱: میانگین رشد طولی آرتمیا در روزهای غذایی

#### نمودارهای مدل لگاریتمی رشد آرتمیا

کاهش یافت و با بلوغ کامل، رشد گروه تقریباً متوقف شد. با گذر زمان میزان رشد طول کل متوسط به صفر میل کرد. شیب نمودار تقریباً به یک مقدار ثابت رسید (رابطه ۱) و پس از آن دیگر تغییر قابل ملاحظه‌ای در رشد آرتمیاها مشاهده نشد (شکل ۲):

در تیمار تغذیه با آرد نخودچی تا روز یازدهم یک سیر رشد آرام و بدون جهش مشاهده شد. در بازه روز دوازدهم تا هجدهم تغذیه، بالاترین میزان سرعت رشد لگاریتمی در آرتمیاها بروز نمود و به نقطه اوج رشد خود نزدیک شد. اما پس از نزدیک شدن به بلوغ و رسیدن به روز هیجدهم (بلوغ گروه) میزان رشد آن

$$L_t = -0.75 + 0.51 * \ln(t), R^2 = 0.74 \quad (1)$$

که در این رابطه  $L_t$  برابر طول کل در روز  $t$ ام پرورش و رشد است.

مشاهده شد و پس از آن میزان رشد کاهش پیدا کرد (شکل ۳). با توجه به نمودار روند رشد در نهایت، در روز بیست و سوم با توجه به بلوغ دیرتر در این تیمار از نظر طول کل نهایی، با روند رشد رابطه زیر از میانگین طول در تیمار تغذیه با آرد نخودچی بالاتر بوده است:

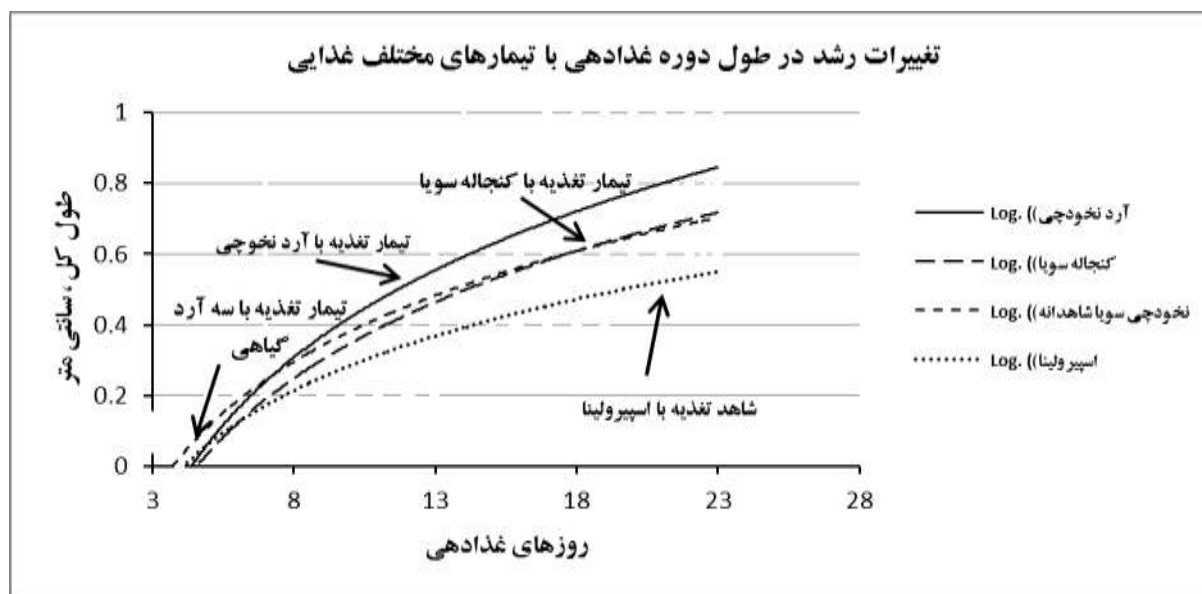
برای تیمار تغذیه با کنجاله سویا روند رشد روزانه آرتمیا تا روز یازدهم به طول متوسط ۰/۲۴ سانتی‌متر رسید، که نسبت به تیمار تغذیه با آرد نخودچی از نظر میزان رشد طولی کمتر و رشد کندتری بوده است (رابطه ۲). بالاترین میزان رشد در تیمار تغذیه با کنجاله سویا در بازه‌ی زمانی روزهای دوازدهم تا بیستم غذایی

$$L_t = -0.68 + 0.44 * \ln(t), R^2 = 0.69 \quad (2)$$

سرعت رشد طولی این گروه در روزهای پایانی آزمایش یعنی روز بیست و سوم و نیز روز بلوغ این گروه به حدبیشینه طولی منحنی نزدیک و رشد این گروه تعدیل شد (رابطه ۳):

رشد آرتمیا در گروه تغذیه شده با تیمار محصولات ترکیبی سه گانه در روز هیجدهم نسبت به سایر تیمارها (به جز شاهد) کندتر بود (شکل ۳) و سپس رشد دسته از روز دوازدهم با سرعت بیشتری صورت گرفت.

$$L_t = -0.51 + 0.39 * \ln(t), R^2 = 0.58 \quad (3)$$



شکل ۲: منحنی رشد آرتمیا با تیمارهای تغذیه‌ای مختلف

تیمارها داشت ( $p < 0.05$ ). نتایج نشان داد که استفاده از محصولات کشاورزی (جیره خشک استفاده شده در این تحقیق) در پرورش آرتمیا بجای تغذیه با جلبک اسپیرولینا موثر بوده و باعث رشد بیشتر در گروه‌های تغذیه‌ای تیماری شده است.

در تیمار شاهد تغذیه شده با پودراسپیرو لینا رشد طولی با سرعت کمتر نسبت به تیمارهای غذایی آزمایش اتفاق افتاد و طول متوسط آرتمیا در این تیمار در مقایسه با سایر تیمارها کمتر شد (شکل ۲). گروه تغذیه با اسپیرولینا (شاهد) با تمامی تیمارها در پایان آزمایش اختلاف معنی‌دار داشت و در تمام طول دوره رشد گروه کندتر و میانگین طول کمتری نسبت به سایر

$$L_t = -0.45 + 0.32 * \ln(t), R^2 = 0.58 \quad (4)$$

پرورش به تهیه غذا تعلق می‌گیرد، قیمت مناسب محصولات فرعی کشاورزی می‌تواند باعث کاهش هزینه تولید و سودآوری این صنعت گردد (عشقی و همکاران، ۱۳۹۶). در واقع تولید انبوه آرتمیا زمانی به موفقیت واقعی می‌رسد که شناسایی و کاربرد جایگزین‌های مناسب و ارزان قیمت در تغذیه آن صورت گیرد. از این رو کاربرد انواع جیره‌های ارزان قیمت در پرورش آرتمیا مورد توجه زیاد قرار گرفته است، که بیشترین مقبولیت را بین پژوهشگران دارد

## بحث

هزینه‌های بالای تولید انواع جلبک‌های تک سلولی از جمله جلبک اسپیرولینا، تولید در مقیاس انبوه آرتمیا را محدود کرده است (Sorgeloos, 1984). پرورش آرتمیا با منابع مختلف غذایی خصوصا محصولات فرعی ارزان قیمت کشاورزی از مرحله ناپلیوسی تا مرحله بلوغ بصورت موفقیت‌آمیز انجام شده است (Ownagh et al., 2015; Joshuan et al., 2022). با توجه به اینکه در آبی‌پروری بیش از ۷۰٪ هزینه

( Sorgeloos, 1982; Azra *et al.*, 2022; Madkour *et al.*, 2023). به همین منظور در این مطالعه جایگزینی جلبک اسپیرولینا با سه منبع غذایی خشک که عبارت بودند از تغذیه با تیمار کامل آرد نخودچی (۱۰۰٪)، تیمار کامل آرد سویا (۱۰۰٪) و تیمار مخلوط ۴۰٪ آرد نخودچی، ۴۰٪ آرد کنجاله سویا و ۲۰٪ آرد شاهدانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که زمان بلوغ آرتمیای تغذیه شده با ۱۰۰٪ آرد نخودچی نسبت به دیگر تیمارها سریعتر و زودتر اتفاق افتاد. همچنین دیرترین بلوغ با تغذیه با تیمار آرد خشک ترکیبی (آرد نخودچی ۴۰٪، کنجاله سویا ۴۰٪ و آرد شاهدانه ۲۰٪) صورت گرفت. در عین حال در جمعیت شاهد یعنی تغذیه با جلبک اسپیرولینا نیز تا پایان مدت به بلوغ رسیدن گروه‌های تیماری یعنی ۲۳ روز غذادهی، رخداد بلوغ جمعیت مشاهده نشد و میانگین طولی آنها نیز از بقیه گروه‌های تیماری کمتر بود. به نظر می‌رسد با توجه به عدم بلوغ دسته در دوره پرورش مصرف انرژی برای غذاگیری و هضم مصرف اسپیرولینا بیشتر از سایر جیره های آزمایش بوده است و با وجود مشاهده رشد فزاینده در روز دوازدهم به بعد تولید انرژی حاصل از تغذیه از پودر جلبک اسپیرولینا و میزان مصرف انرژی موجب فراهم کردن رشد بیشتر طولی در جمعیت شاهد نشده است. به این ترتیب استفاده از آرد محصولات کشاورزی نسبت به جلبک اسپیرولینا باعث رشد بیشتر و سریعتر و نیز بلوغ آرتمیا شده است.

در دو تیمار غذادهی با آرد نخودچی، کنجاله سویا و نیز در تیمار غذادهی با آرد ترکیبی نخودچی، کنجاله سویا و شاهدانه سرعت رشد میانگین طولی تیمارها در روزهای ۱۲ غذادهی به بعد، نسبت به روزهای ابتدایی غذادهی سرعت رشد کاهش یافت. نتایج متوسط رشد

طولی گروه‌های تیماری در روزهای هیجدهم و بیستم تغذیه و در نهایت در پایان آزمایش که روز بلوغ آخرین گروه تیمار غذایی بود (روز ۲۳ غذادهی) نشان داد که با توجه به انتخاب نوع جیره غذایی، تعداد روزهای توجیه پذیر پرورش از نظر رشد برای پرورش آرتمیا ثابت نیست و در غذادهی با جیره‌های مختلف، به بلوغ رسیدن زودتر جمعیت تیمار شده با آرد نخودچی موجب می‌شود تا رشد نهایی جمعیت تغذیه شده با تیمار آرد سویا از این گروه از نظر میانگین رشد طولی (در مدت روز ۱۸ تا ۲۳ تغذیه) و در پی آن زیست توده آن بیشتر شود.

در این آزمایش برای پرورش آرتمیا بعد از مرحله شکوفایی سیستم‌ها، با تقریباً سه هفته غذادهی، تیمارهای تغذیه با کنجاله سویا و آرد نخودچی می‌توانند تقریباً به یک میزان، جیره مناسب و با صرفه اقتصادی برای رشد آرتمیا باشند و افزودن شاهدانه اثر معنی‌داری بر رشد توده نداشته‌است. در نظر گرفتن غذای آرد ترکیبی برای تیمار تنها برای فرض در اختیار گذاشتن ترکیبات بهتر (Fernandes Eiras *et al.*, 2023) به ویژه اسیدهای چرب از آرد شاهدانه بود که از سویی به علت ماهیت نوع پودر شدن شاهدانه و ذرات غذایی مخلوط در آب، می‌توانست مسائلی مانند در دسترس قرار گرفتن و زودتر انتخاب شدن قطعات غذایی در اختیار تغذیه کننده گذاشته شد، و نیز آلودگی محیط پرورش برای تغذیه کنندگان را به وجود بیاورد. از سویی جدا از مطلوب بودن نتایج پرورش آرتمیا با جلبک اسپیرولینا (Coutteau *et al.*, 1996) و یا جلبکهای دیگر (Ogello *et al.*, 2022)، باید در نظر داشت که فراهم کردن شرایط پرورش و یا هزینه تامین پودر جلبکها برای تغذیه آرتمیا در ایران، مدیریتی

جداگانه از نظر پرسنل و هزینه انرژی بیشتر را برای پرورش دهندگان نیاز دارد و پرورش دهندگان نیازمند وجود غذاهای جایگزین و در دسترس برای پرورش آرتمیا به خصوص در سالن‌های پرورش ماهیان زینتی و بچه ماهیان پرورشی هستند، که در این تحقیق دو نوع پودر فراوان و در دسترس در بازار کشور به عنوان یک جیره پودری کامل برای پرورش آرتمیا تا بلوغ آنها با موفقیت به کارگیری شد.

در تحقیقی مشابه Naegel (۱۹۹۹) برای آرتمیا *فرانسیسکانا* که به مدت ۱۴ روز با استفاده از یک جیره تجاری غیرزنده به همراه جلبک کتوسروس (*Chaetoceros sp.*) تغذیه شده بودند، میزان بازماندگی ۷۹-۷۲٪ را به دست آورد. در مطالعات انجام شده توسط محمدی نافچی و همکاران (۱۳۹۵) به منظور بررسی و تعیین یک جیره خوب و با صرفه اقتصادی برای تغذیه آرتمیا *فرانسیسکانا* از سه تیمار (کنسانتره سبوس برنج غنی شده با مخمر، جلب *نانوکلروپسیس اکولاتا* و ترکیب کنسانتره برنج غنی شده با مخمر و جلبک *نانوکلروپسیس اکولاتا*) استفاده شد و بعد از مدت ۱۴ روز تغذیه در پایان آزمایش، تیمار ترکیب کنسانتره برنج غنی شده با مخمر و جلبک *نانوکلروپسیس اکولاتا* به عنوان بهترین جیره پیشنهاد شد. در هر دو آزمایش اشاره شده غذای زنده به عنوان یک غذای مکمل یا پایه برای پرورش آرتمیا پیشنهاد شده است و تلاش انجام شده این محققین جایگزین کامل و مستقل از غذای جلبک را برای پرورش آرتمیا پیشنهاد نداده است. در پژوهش Gómez و همکاران در سال ۱۹۹۹ با جایگزینی آرد غلات و حبوبات سویا و گندم به جای پودر جلبک *تتراسلمیس سوسیکا* (*Tetraselmis suecica*) و کتوسروس *اسکلسی ترانس*

(*Chaetocero scalcitrans*) با مقایسه رشد طولی آرتمیای پرورش یافته اعلام شد، که این روش می‌تواند جایگزین غذای زنده جلبکی برای پرورش آرتمیا باشند. در دوره آزمایشی این تحقیق، پروراندی ۱۰ روز به طول انجامید و در غذاهای جیره خشک نسبت به جلبکهای کتوسروس طول میانگین به میزان جالب توجه ۱۰ برابر رسید. در مطالعات انجام شده توسط عشقی و همکاران (۱۳۹۶) به منظور اثرات جایگزینی جلبک‌های تک سلولی با محصولات جانبی کشاورزی روی رشد و بقای آرتمیا *فرانسیسکانا* یعنی امکان استفاده از سبوس گندم، سبوس برنج و ترکیب آن دو به همراه پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* برای تغذیه آرتمیا *فرانسیسکانا* به عنوان جایگزین مناسب با حداقل استفاده از جلبک‌های تک سلولی بررسی گردید. رشد آرتمیای تغذیه شده با سبوس گندم و جلبک *دونالیلا سالیئا* به همراه پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس رامنوسوس*، نسبت به آرتمیاهایی که منحصراً از جلبک *دونالیلا سالیئا* و یا جلبک به همراه پروبیوتیک تغذیه کرده بودند بسیار بالاتر بود. Vanhaecke و Sorgeloos در دو گزارش ۱۹۸۰ و ۱۹۸۶ نیز استفاده از سبوس برنج را برای آرتمیا موفق و رشد مناسبی از آنها را نسبت به جلبک *دونالیلا* مشاهده کرده اند که در آزمایش جاری از سبوس گندم در مراحل اولیه تغذیه به دلیل اندازه مناسب طعمه برای تغذیه اولیه لاروها با موفقیت آزمایش شد. در این گزارش کیفیت سبوس برنج و سورت دانه ها و ذرات شلتوک به صورت دقیق اعلام نشده است. همچنین تیمارهای غذایی سبوس گندم و تیمار ترکیبی سبوس گندم و سبوس برنج در این تحقیق از نظر آماری هیچ تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. در گزارش‌های دیگر هم آورده شده است که استفاده

## منابع

۱. آق، ن.، ۱۳۸۱. بررسی بیولوژیکی واکولوژیکی آرتمیا ارومیان. گزارش نهایی طرح تحقیقات ملی، ۱۵۰ص.
  ۲. آذری تاکامی، ق.، مشکینی، س.، رسولی، ع.، امینی، ف.، ۱۳۸۶. بررسی اثرات تغذیه‌ای ناپلیوس آرتمیا ارومیان غنی شده با ویتامین C روی رشد، درصد بقا و مقاومت در برابر استرسهای محیطی در لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان، پژوهش و سازندگی، ۶۶، ۳۲-۲۵.
  ۳. عشقی، ش.، ایمانی، ا.، نوری، ف.، آق، ن.، ۱۳۹۶. اثرات جایگزینی جلبک‌های تک سلولی با محصولات جانبی کشاورزی روی رشد و بقای آرتمیا فرانسیسکانا. زیست‌شناسی جانوری تجربی، ۴۵(۴)، ۷۷-۶۹.
  ۴. فرد، پ.، محمدزاده میلانی، ج.، کسایی، م.، ۱۳۹۵. اثر جایگزینی آرد برنج با آرد نخودچی بر بیاتی کیک فاقد گلوتن، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۸(۲)، ۱۲-۱.
  ۵. کامیار، الف.، فتح‌اللهی، م.، شادخواست، م.، ۱۴۰۰. تثبیت اثر رنگ پذیری بر سیچلاید آلانکارا (*Pseudotropheus estherae*) با جیره غذایی دارای رنگدانه با استفاده از مواد آنابولیک استروئیدی. نشریه توسعه آبرزی پروری، ۱۵(۱)، ۷۵-۶۵.
  ۶. محمدی نافچی، ف.، ۱۳۹۵. اثر تغذیه ای جلبک (*Nannochloropsis oculata*) و کنسانتره سبوس برنج غنی شده با مخمر ساکارومیسس سرویزیه بر رشد و بازماندگی آرتمیا فرانسیسکانا (*Artemia*)
- از محصولات جانبی کشاورزی به عنوان غذای اصلی در تغذیه آرتمیا باعث رشد باکتری های مفید در مخازن پرورش می‌شود (Ogello et al., 2022) و می‌تواند به منظور یک مکمل غذایی محصولات جانبی کشاورزی، کمبودهای تغذیه ای را در تغذیه و پرورش آرتمیا برطرف نماید (Azra et al., 2022). در تحقیق جاری تیمار آرد نخودچی به دلیل ارزش غذایی بالا (۲۳٪ پروتئین، ۶۳/۵٪ کربوهیدرات، ۵/۸٪ قندهای معمولی، ۵/۳٪ چربی، ۳/۲٪ مواد معدنی سرشار از کلسیم ۱۸۶/۶ میلی گرم در صد گرم) و مقدار زیاد فسفر و منگنز (فرد و همکاران، ۱۳۹۵) بهترین بلوغ را در طی ۱۸ روز و بهترین رشد طولی را طی ۲۰ روز داشت که یک غذای منحصر بفرد با خاصیت آردینگی بسیار خوب و نیز غذادهی به ناپلیوس‌هایی ریز در محیط پرورش در ایران است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که استفاده از آرد محصولات کشاورزی بخصوص آرد نخودچی و آرد کنجاله سویا در جیره آرتمیا فرانسیسکانا نسبت به جلبک اسپیرولینا باعث رشد سریعتر و بهتر و نیز بلوغ زودتر آرتمیا می‌شود و امکان استفاده از محصولات کشاورزی به عنوان جیره خشک در تغذیه آرتمیا بجای جلبک غذایی اسپیرولینا به منظور حصول نتیجه بهتر با بازده اقتصادی در مکانهایی که امکان دسترسی به جلبک وجود ندارد، فراهم خواهد بود.

## سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نمایم.

- Influence of different diets on length and biomass production of brine shrimp (*Artemia franciscana*). Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 28(1), 7-18.
16. Jobling, M., 2015. Fish nutrition research: past, present and future. Aquaculture International, 24(3), 1-20.
  17. Joshuan, W.J., Kamarudin M.S., Ikhsan N., Yusoff F. Md., Zulperi Z., 2022. Development of enriched *Artemia* and *Moina* in larviculture of fish and crustaceans: a review. Latin American Journal of Aquatic Research, 50(2), 144-157.
  18. Li L., Liu H., Zhang P., 2022. Effect of Spirulina meal supplementation on growth performance and feed utilization in fish and shrimp: A Meta-Analysis. Aquaculture Nutrition Volume 2022. Article ID 8517733, 1-15.
  19. Madkour, Kh., Dawood, A.O., Sewilam, H., 2023. The use of artemia for aquaculture industry: an updated overview. Annals of Animal Science, 23(1), 3-10.
  20. Naegel, L.C.A., 1999. Controlled production of *Artemia* biomass using an inert commercial diet, compared with the microalgae *Chaetoceros*. Aquacultural Engineering, 21(1), 49-59.
  21. Ogello, E.O., Outa, N.O., Mukaburu, B.O., Muthoka, M., 2022. Biofloc and green water condition improves reproductive traits and fatty acid composition of *Artemia franciscana* cultured under limited algal conditions. Aquaculture, Fish and Fisheries, 3, 61-70.
  22. Ownagh, E., Agh, N., Noori, F., 2015. Comparison of the growth, survival and nutritional value of *Artemia* using various agricultural by-products and unicellular algae *Dunaliella salina*. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 14(2), 358-368.
  23. Riisgård H. U., Zalacáin D., Jeune N., Wiersma J.B., Lüsken F., Pleissner D., 2015. Adaptation of the brine shrimp *Artemia salina* (Branchiopoda: Anostraca) to filter feeding: Effect of body size and temperature on filtration and respiration rate. Journal of Crustacean Biology, 35(5), 650-658.
  24. Sørvalen, T.K., Halvorsen, K.T., Harrison, H.B., Ellis, C.D., Vøllestad, L.A., Knutsen, *anciscana*). فصلنامه علوم تکثیر و آبی‌پروری، ۳(۹)، ۸۵-۹۶.
  ۷. محمودی، ف.، مهرداد فتح‌اللهی، م.، شالویی، ف.، پیکران مانا، ۱۴۰۲. اثر ازن دهی اولیه بر میزان تخم‌گذاری سیستم‌های آرتمیا *Artemia franciscana*. نشریه توسعه آبی‌پروری، ۱۷(۲)، ۷۸-۱۰۰.
  8. Abatzopoulos, T.J., Beardmore, J.A., Clegg, J.S., Sorgeloos, P., 2002. *Artemia*: basic and applied biology. Kluwer Academic Publishers; Dordrecht, London & Boston. DOI:10.1007/978-94-017-0791-6\_5
  9. Ahmadi, M.R., Leibovitz, H., Simpson, K.L., 1990. Nutrient composition of Iranian brine shrimp (*Artemia urmiana*). Comparative Biochemistry and Physiology, 95(2), 225-228.
  10. Azra, M.N., Noor, M.I.M., Burlakovs, J., Abdullah, M.F., Abd Latif, Z., Yik Sung, Y., 2022. Trends and New Developments in *Artemia* Research. Animals 12, 2321.
  11. Camara M.R., 2020. After the gold rush: A review of *Artemia* cyst production in northeastern Brazil. Aquaculture Reports, 17, 100359.
  12. Coutteau, P., Sorgeloos, P., 1992. The use of algal substitutes and the requirement for live algae in the hatchery and nursery rearing of bivalve mollusks. Journal of Shellfish Research, 11, 467-476.
  13. Dyakovskaya, E., Pishchenko, E., Moryzi, E., 2021. Activation of *Artemia* cysts with the use of different substances IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 937. 8p.
  14. Fernandes Eiras, B.J.C., Vasconcelos Campelo, D., Batista de Moura, L., Carvalho de Oliveira, L.C., Marques de Sousa, L., Marinho da Costa, R., 2023. Replacement of *Artemia franciscana* Nauplii by *Moina minuta* Neonates as Live Food on the Larviculture of Angelfish (*Pterophyllum scalare* -Schultze, 1823) and Severum (*Heros severus* - Heckel, 1840). Aquaculture Research, 6118659, 1-8.
  15. Gomez, M.G., Delgado, J.G., Aguirre, J.L.Z., Fujii, T.O., Lavens, P., 1999.

- H., Moland, E., Olsen, E.M., 2018. Harvesting changes mating behaviour in European lobster. *Evolutionary Application*, 11, 963–977.
25. Sorgeloos, P., Dhert, P., Candreva, P., 2001. Use of the brine shrimp, *Artemia sp.*, in marine fish larviculture. *Aquaculture*, 200, 147–159.
26. Vanhaecke, P., Sorgeloos, P., 1980. The biometrics of *Artemia* strains from different geographical origin. In: Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O., Jaspers, E. (Eds). *The brine shrimp Artemia. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture*. Universa Press, Wetteren, Belgium. 393p.
27. Vanhaecke, P., Sorgeloos, P., 1983. International Study on *Artemia*. XIX. Hatching data for ten commercial sources of brine shrimp cysts and re-evaluation of the “hatching efficiency” concept. *Aquaculture*, 30(1/4), 43–52.
28. Vijayaram, S., Ringø, E., Ghafarifarsani, H., Hoseinifar, S.H., Ahani, S., Chou, C., 2024. Use of algae in aquaculture: A Review. *Fishes*. 9(2), 63.

# The use of flour from some agricultural products as dry diets in *Artemia franciscana* feeding instead of *Spirulina* algae powder under cultivation conditions

Rashedi, Sh.<sup>1</sup>, Fattollahi, M.<sup>1\*</sup>, Shaloui, F.<sup>1</sup>

1- Department of Fisheries Sciences, Natural Resources and Earth Sciences Faculty, Shahre Kord University, Share Kord, Iran.

Received: 28 April 2024

Accepted: 6 July 2024

## Abstract

In order to achieve a better and more economical diet for the cultivation of *Artemia*, three diets were used: chickpea flour (100%) as the first nutritional treatment, soybean flour (100%) as the second nutritional treatment, and a third nutritional treatment consisting of chickpea flour (40%), soybean meal (40%), and sesame flour (20%) compared to the control group fed with *Spirulina* algae. Feeding with experimental diets was carried out in three replicates, and the experiment lasted from hatching to the maturity of the last treatment group, which was 23 days. The results showed a significant difference in average length growth between the groups fed with different treatments and the control group ( $p>0.05$ ). The average total length of *Artemia* in the second treatment group (soybean flour) was the highest ( $1.98 \pm 0.01$  cm), while the control group (*Spirulina*) had the lowest value ( $0.60 \pm 0.01$  cm). The maturation of *Artemia* in the individuals of the group (with a minimum of ten mature individuals in each of the three replicates) as an effective phenomenon in the growth interruption occurred in the first nutritional treatment (chickpea flour) on the 18th day of feeding, followed by maturation in the second nutritional treatment group (soybean flour) after twenty days and in the third nutritional treatment group (mixed flour) after twenty-three days. Until the end of the maturation day of the treatment groups, the control group of *Artemia* fed with *Spirulina* algae did not reach maturity. Feeding the larvae after nauplii hatching with chickpea flour as the first option and also with soybean meal in this experiment resulted in better length growth compared to *Spirulina* algae.

**Keywords:** *Artemia franciscana*, Flour of Agricultural Products, Dry Diet.

---

\* Corresponding Author: mehrdadfattollahi@gmail.com