"مقاله پژوهشی"

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

شکوفه راشدی[1]، مهرداد فتح اللهی[1]*، فردین شالویی[1]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهر کرد، 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 نخود چی (۱۰۰٪) به عنوان تیمارتغذیه‌ایی نخست ، تیمار تغذیه ایی دوم از آرد سویا (۱۰۰٪) و تیمار تغذیه ایی سوم شامل آرد نخود چی (۴۰٪) ، آرد کنجاله سویا (۴۰٪) و آرد شاهدانه (۲۰٪) در مقایسه با شاهد (جلبک اسیرولینا) در این تحقیق به کارگرفته شد. غذادهی با تیمارهای آزمایشی در سه تکرار انجام گرفت. مدت زمان آزمایش از زمان تخم گشایی تا بلوغ آخرین گروه تیماری، ۲۳ روز طول کشید. نتایج نشان داد که بین گروه‌های تغذیه شده 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 (۰/۰۱±۰/۹۸ سانتی‌متر) و شاهد (اسپیرولینا) دارای کمترین مقدار (۰/۰۱±۰/۶۰ 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 تغذیه شده با جلبک اسپیرولینا به بلوغ نرسیدند. تغذیه لاروها بعد از تفریخ سیست‌ها 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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

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 نمی‌کند از سوی دیگر، گاهی موجب تلفات ناشی از سوء تغذیه و گرسنگی می‌شود (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 استرس‌های 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، ۱۴۰۰؛ Azra *et al.*, 2022).

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، نائپلیوس آرتمیا موفقیت آمیزترین رژیم تغذیه به عنوان غذای ابتدایی به شمار می‌رود (آذری تاکامی و همکاران، ۱۳۸۶؛ آق، ۱۳۸۱؛ Camera, 2020; Azra *et al.*, 2022; 2015; Jobling,). مهم‌ترین عامل برای استفاده از آرتمیا به عنوان غذای زنده ارزش غذایی آن خصوصا در مرحله نائپلیوس 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 می‌باشد (Ahmadi *et al.*, 1990; Sørdalen *et al.*, 2018).

علاوه بر مصرف نائپلی آرتمیا توسط پرورش دهنگان 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 جلبک‌های 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 نائپلی از سیست‌های تازه هچ شده مبادرت کنند. البته سیست‌های هچ شده به صورت نائپلی در صورت نگهداری نامناسب نیز سریعا ظرف چند ساعت از بین رفته و فاسد می شوند و روند مدیریت پرورش را با چالش مواجه می‌نمایند. کیفیت غذاهای مختلف در رشد و بقای بهینه آرتمیا مؤثراست (Li *et al.*, 2022; Vijayaram *et al.*, 2024). از نظر زیست شناسی آرتمیا فاقد هرگونه بیماری است. برای ماهیان اکواریومی و بچه ماهیان پرواری مطلوب می‌باشد. به آسانی دیده می‌شود و به سهولت شکار خواهد شد (محمودی و همکاران، ۱۴۰۲). از لحاظ آبزی‌پروری برای پرورش دهنده نیز به آسانی قابل دسترس است. قابلیت نگهداری برای مدت طولانی دارد، روند کشت بسیار آسان و ضدعفونی سیست ها به‌راحتی انجام می‌شود. مهمتر از اینکه از آرتمیا می‌توان به عنوان حامل انواع مواد غذایی، ویتامین ها، آنتی‌بیوتیک‌ها و واکسن‌ها برای تغذیه آبزیان استفاده نمود (Sorgeloos, 1998; Camera, 2020).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

پرورش آرتمیا 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، آرتمیا با خصوصیت لوله گوارشی 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 آرتمیا به تغذیه با جلبک، در این آزمایش چند جیره خشک در دسترس با کارایی خوب برای پرورش آرتمیا مورد بررسی قرارگرفت 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 می‌توانند جایگزینی مناسب و ارزان قیمت برای تغذیه موجودات و غذای زنده پرورشی باشند.و در عین حال با توجه به اینکه در صنعت آبزی پروری 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 آرتمیا در مقایسه با جیره معمول جلبک اسپیرولینا، با درنظرگرفتن رخداد بلوغ در جمعیت آرتمیاها به عنوان رویداد متوقف کننده زی‌توده آنها بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سالن آبزی‌پروری دانشگاه شهرکرد طی یک دوره پرورشی غذادهی ۲۳ روزه بعد از تخم گشایی آرتمیا انجام شد. سیست آرتمیا (*Artemia franciscana*) از شرکت گوار کویر آریا تحت عنوان برند ایران آرتمیا تهیه شد. در این تحقیق علاوه بر به کارگیری دو نوع از آردهای حبوبات موجود در ایران، از آرد شاهدانه برای تامین اسید های چرب ضروری برای پرورش سخت پوستان و زئوپلانکتون‌ها نیز در استفاده شد (Gomez *et al.*, 1999). با توجه به فیلترکننده بودن آرتمیاها 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 نائپلی بعد از شکوفایی تا بلوغ آرتمیا، 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 مصرف کنندگی یعنی فیلترکنندگی مصرف‌کننده و صاف شدن آب داخل تانکها، انجام شد.

تخم گشایی سیست‌های آرتمیا

برای تخم‌گشایی 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 ۱/۵گرم در هر لیتر مایع انکوباسیون درنظرگرفته شد. تخم‌گشایی زیر نور ۲۰۰۰ لوکس انجام

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

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

بعد از تخم گشایی آرتمیاها در محفظه ایی جداگانه با آب نمک مشابه ظرف اولیه برای جلوگیری از شوک شوری آماده شد. پس ازگذشت ۳۶ ساعت و تفریخ سیست‌های 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). سیست‌ها 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 سویا۱۰۰٪ و تیمار ترکیبی آرد نخودچی (۴۰٪)، سویا (۴۰٪) و آرد شاهدانه (۲۰٪) آغازشد و برای هر تیمار سه تکرار در نظرگرفته شد.

جدول۱: فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب محیط تفریخ و پرورش آرتمیا

	دما (C)	اکسیژن محلول (mg/l)	شوری(g/l)	pH
مرحله تخم گشایی	۲۸±۱	۷/۲±۰/۱۶	۳۵±۰/۵	۸/۳-۸/۸
مرحله پرورش	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 (دروتات 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 فیلتر۵۰ 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 و۱۷) 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 صورت‌گرفت) (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 تخلیه‌گردند. پارامترهای کیفی آب همچون دما، شوری، pH و اکسیژن روزانه اندازه-گیری می‌شد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

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 ظرف-های نمونه‌برداری منتقل و سپس توسط فرمالین به منظور سنجش و آنالیز فیکس شدند. این عمل تا زمان بلوغ آرتمیاها 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 آرتمیاها 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 قرارگرفت. تمام داده ها با آزمون واریانس یکطرفه (ANOVA) و توکی و توسط نرم افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفتند.

نتایج

مراحل رشد و تکامل آرتمیا در طول آزمایش

۱۸ تا ۴۸ ساعت پس از اینکه سیست‌ها در شرایط مناسب برای رشد قرارگرفتند، پوسته خارجی سیست شکافته شده و لارو آرتمیا در مرحله پیش ناپلیوس بتدریج از آن خارج شد. برای رفتن به مرحله ناپیلوس، 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).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

مقایسه مدت زمان بلوغ آرتمیا

نتایج نشان داد که بلوغ آرتمیا در تیمار تغذیه با آرد نخودچی۱۰۰٪ 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٪ وآرد 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 (جدول۲).

جدول ۲: زمان بلوغ آرتمیا در تیمارهای مختلف آزمایش

تیمار	روز مشاهده رسیدگی جنسی افراد بالغ							
	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴
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 سانتی‌متر بالاترین میزان میانگین رشد طولی را داشت، که با تیمار غذادهی با آردهای مخلوط نخودچی، کنجاله سویا و شاهدانه اختلاف آن معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). آرتمیای تغذیه شده با تیمار شاهد با ۰/۶۰ سانتی‌متر پایین‌ترین میزان مبانگین 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 سانتی‌متر در جایگاه دوم و سوم میانگین رشد طولی قرارگرفتند.

باتوجه به بلوغ آرتمیا در روزهای هیجدهم، بیستم و بیست‌وسوم غذادهی در گروه‌های به ترتیب تیمار غذادهی با آردنخودچی۱۰۰٪، 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 گروه‌های 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 معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵)، اما تمام گروه‌های تیماری به طور کلی با شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند (p<۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

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)	۰/۱۰۱ ± ۰/۰۱ ^{a}	۰/۰۹۹ ± ۰/۰۱ ^{a}	۰/۱۰۰ ± ۰/۰۱ ^{a}	۰/۰۸۹ ± ۰/۰۱ ^{a}
متوسط طول نهایی(cm)	۰/۹۳ ± ۰/۰۱ ^{a}	۰/۹۸ ± ۰/۰۱ ^{b}	۰/۸۷ ± ۰/۰۱ ^{a}	۰/۶۰ ± ۰/۰۱ ^{d}
نرخ رشد ویژه(٪)	۹/۵۶ ± ۰/۰۲	۱۰/۲۲ ± ۰/۰۲	۱۰/۵ ± ۰/۰۲	۸/۲۶ ± ۰/۰۲
روز بلوغ	۱۸	۲۰	۲۳	–

تیمار۱: آرد نخودچی، تیمار۲: کنجاله سویا، تیمار۳: آرد نخودچی ۴۰٪+کنجاله سویا۴۰٪+شاهدانه ۲۰٪، شاهد: اسپیرولینا

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (p<۰/۰۵).

در روز بیستم غذادهی همانند روزهیجدهم پرورش، رشد طولی تیمار آرد نخودچی از همه گروه‌های تیماری و شاهد بیشتر بود (p<۰/۰۵) و در میزان رشد طولی، تیمار کنجاله سویا و تیمار مخلوط آرد نخودچی،کنجاله سویا و شاهدانه نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (p>۰/۰۵). همانند روز هیجدهم تمامی گروه‌های تیماری با شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند (p<۰/۰۵) (جدول ۳).

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

روز غذادهی	تیمارها			
	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	شاهد
۱۸	۰/۹۱ ± ۰/۰۱ ^{a}	۰/۶۵ ± ۰/۰۱ ^{b}	۰/۶۹ ± ۰/۰۱ ^{b}	۰/۵۱ ± ۰/۰۱ ^{c}
۲۰	۰/۹۲ ± ۰/۰۱ ^{a}	۰/۸۳ ± ۰/۰۱ ^{b}	۰/۷۶ ± ۰/۰۱ ^{b}	۰/۶۰ ± ۰/۰۲ ^{c}
۲۳	۰/۹۲± ۰/۰۲ ^{b}	۰/۹۸ ± ۰/۰۱ ^{a}	۰/۸۷ ± ۰/۰۱ ^{b}	۰/۶۰ ± ۰/۰۱ ^{c}

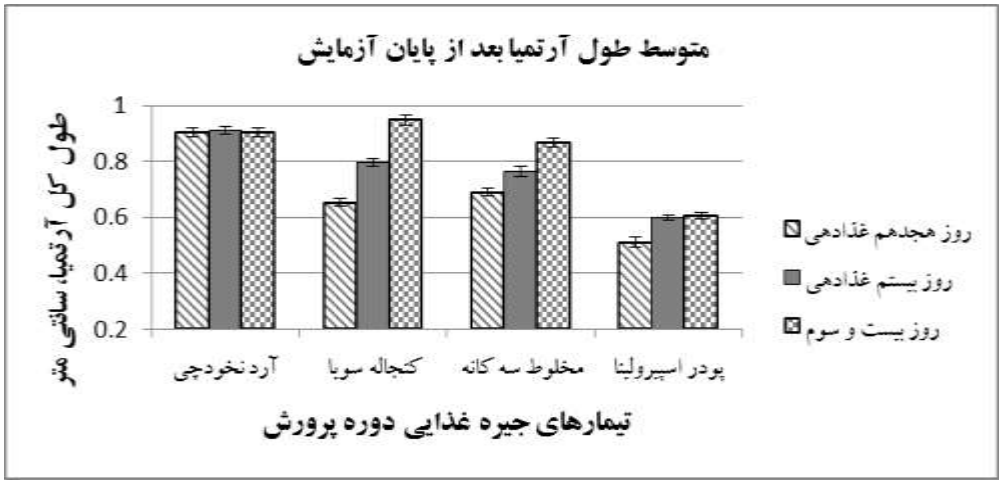
تیمار۱: آرد نخودچی، تیمار۲: کنجاله سویا، تیمار۳: آرد نخودچی ۴۰٪+کنجاله سویا۴۰٪+شاهدانه ۲۰٪، شاهد: اسپیرولینا

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (p<۰/۰۵).

در روزبیست و سوم میزان رشد طولی تیمار تغذیه آرد نخودچی با تیمارکنجاله سویا اختلاف معنی‌دار و میانگین رشد طولی گروه تیمار تغذیه با کنجاله سویا بیشتر از گروه تیماری تغذیه با آرد نخودچی شد (p>۰/۰۵). همچنین در تیمار تغذیه با آرد نخودچی و تیمار تغذیه با آردهای مخلوط نخودچی، کنجاله سویا و شاهدانه اختلاف طول متوسط معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵)، 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 معنی‌داری داشتند (p<۰/۰۵). میزان رشد طولی تیمار تغذیه با کنجاله سویا با طول ۰/۹۸ سانتی‌متر بیشتر از تیمار تغذیه با آردهای مخلوط نخودچی،کنجاله سویا و شاهدانه با طول ۰/۸۷ سانتی‌متر بود. همچنین مانند روزهجدهم و روز بیستم، تمامی گروه‌های تیماری با شاهد در پایان روز بیست و سوم غذادهی اختلاف معنی‌دار در رشد طولی داشتند (p<۰/۰۵) (شکل ۱).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]



شکل۱: میانگین رشد طولی آرتمیا در روزهای غذادهی

نمودارهای مدل لگاریتمی رشد آرتمیا

در تیمار تغذیه با آرد نخودچی تا روز یازدهم یک سیر رشد آرام و بدون جهش مشاهده‌شد. در بازه روز دوازدهم تا هفدهم 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 کاهش یافت و با بلوغ کامل، رشد گروه تقریبا متوقف شد. با گذر زمان میزان رشد طول کل متوسط به صفر میل کرد. شیب نمودار تقریبا به یک مقدار ثابت رسید (رابطه ۱) و پس از آن دیگر تغییر قابل ملاحظه‌ایی در رشد آرتمیاها مشاهده نشد (شکل۲):

$$Lt = -۰/۷۵ + ۰/۵۱ * Ln(t) \text{ ، } R^2 = ۰/۷۴ \quad (۱)$$

که در این رابطه Lt برابر طول کل در روز t ام پرورش و رشد 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 بوده‌است (رابطه ۲). بالاترین میزان رشد در تیمار تغذیه با کنجاله سویا در بازه‌ی زمانی روزهای دوازدهم تا بیستم غذادهی 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:

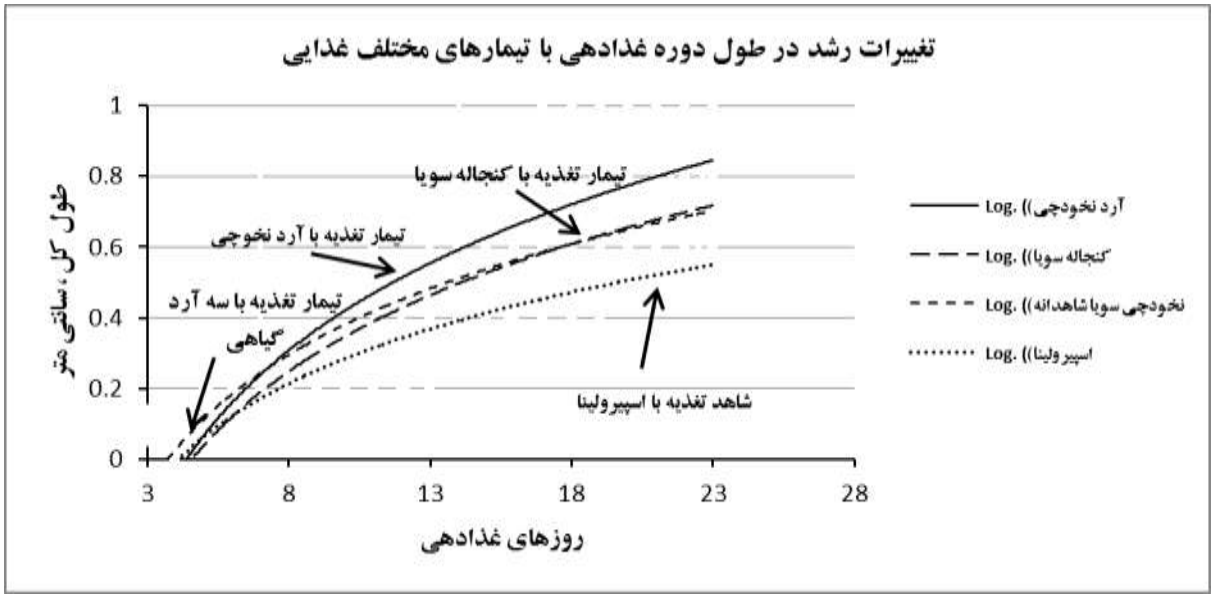
$$Lt = -۰/۶۸ + ۰/۴۴ * Ln(t) \text{ ، } R^2 = ۰/۶۹ \quad (۲)$$

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

$$Lt = -۰/۵۱ + ۰/۳۹ * Ln(t) \text{ ، } R^2 = ۰/۵۸ \quad (۳)$$

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]



شکل۲ : منحنی رشد آرتمیا با تیمارهای تغذیه‌ای مختلف

در تیمار شاهد تغذیه شده با پودراسپیرولینا 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 تیمارها داشت (p<۰/۰۵). 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 درگروه‌های تغذیه‌ایی تیماری شده است.

$$Lt = -۰/۴۵ + ۰/۳۲ * Ln(t) \text{ ، } R^2 = ۰/۵۸ \quad (۴)$$

بحث

هزینه های بالای تولید انواع جلبک‌های تک سلولی از جمله جلبک اسپیرولینا، تولید در مقیاس انبوه آرتمیا را محدود کرده‌است (Sorgeloos, 1984). پرورش آرتمیا با منابع مختلف غذایی خصوصا محصولات فرعی ارزان قیمت کشاورزی از مرحله ناپلیوسی تا مرحله بلوغ بصورت موفقیت‌آمیز انجام شده‌است (Ownagh *et al*., 2015; Joshuan *et al*., 2022). با توجه به اینکه در آبزی‌پروری بیش از۷۰٪ هزینه 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 صورت‌گیرد. از این رو کاربرد انواع جیره‌های ارزان قیمت در پرورش آرتمیا مورد توجه زیاد قرارگرفته است، که بیشترین مقبولیت را بین پژوهشگران دارد

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

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٪)، تیمارکامل آرد سویا (۱۰۰٪) و تیمار مخلوط ۴۰٪ آرد نخودچی،۴۰٪ آرد کنجاله سویا و ۲۰٪ آرد شاهدانه مورد بررسی قرارگرفت. 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 نخودچی۴۰٪،کنجاله سویا۴۰٪ و آرد شاهدانه۲۰٪) صورتگرفت. 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 بقیهی 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 کاهش‌یافت. 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 نخود چی موجب می شود 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 سیست‌ها، با تقریبا سه هفته غذادهی، تیمارهای تغذیه با کنجاله‌سویا و آردنخودچی می‌توانند تقریبا به یک میزان، جیره مناسب و با صرفه اقتصادی برای رشد آرتمیا باشند و افزودن شاهدانه اثر معنی‌داری بر رشد توده نداشته‌است. در نظرگرفتن 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 قرارگرفتن و زودتر انتخاب شدن قطعات غذایی در اختیار تغذیه کننده‌گذاشته 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 تغذیه‌ی آرتمیا در ایران، مدیریتی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

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 مدت۱۴روز 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 شده‌است 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 اسکلسی‌ترانس* (*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، پرواربندی 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 ازسبوس 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 سالینا* به همراه پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس رامنوسوس*، نسبت به آرتمیاهایی که منحصراً از جلبک *دونالیلا سالینا* 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 مناسی 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 نشده‌است. همچنین تیمارهای غذایی سبوس گندم و تیمار ترکیبی سبوس گندم و سبوس برنج در این تحقیق ازنظر آماری هیچ تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. در گزارش‌های دیگر هم آورده شده است که استفاده

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

ازمحصولات 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٪ موادمعدنی سرشار از کلسیم (۱۸۶/۶میلی‌گرم 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 نماییم.

منابع

۱. آق، ن.، ۱۳۸۱. بررسی بیولوژیکی واکولوژیکی *آرتمیا ارومیانا*. گزارش نهایی طرح تحقیقات ملی، ۱۵۰ص.

۲. آذری‌تاکامی، ق.، مشکینی، س.، رسولی، ع.، امینی، ف.، ۱۳۸۶. بررسی اثرات تغذیه‌ای ناپلیوس *آرتمیا ارومیانا* 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*. زیست شناسی جانوری تجربی، ۵(۴)، ۷۷-۶۹.

۴. فرد، پ.، محمدزاده میلانی، ج.، کسایی، م.، ۱۳۹۵. اثرجایگزینی آرد برنج با آرد نخودچی بر بیاتی کیک فاقد گلوتن، نشریه پژوهش های 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 آبزی پروری، ۱۵(۱)، ۷۵-۶۵.

۶. محمدی نافچی، ف.، ۱۳۹۵. اثر تغذیه ای جلبک (*Nannochloropsisi oculata*) و کنسانتره سبوس برنج غنی شده با مخمر ساکارومیسس سرویزیه بر رشد و بازماندگی آرتمیا فرانسیسکانا (*Artemia*

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

anciscana). فصلنامه علوم تکثیر و آبزی پروری، ۳(۹)، ۸۵-۹۶.

۷. محمودی، ف.، محمودی، مهرداد فتح اللهی، م.، شالویی، ف.، پیکران مانا، ۱۴۰۲. اثر ازن دهی اولیه بر میزان تخمگ‌شایی سیست‌های آرتمیا *Artemia fransiscana*. نشریه توسعه آبزی پروری، ۱۷(۲)، ۱۰۰-۷۸.

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 (*Artemmia 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 Shelfish Reserch, 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. 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 C*haetoceros.* 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., Lüskow F., Pleissner D., 2015. Adaptation of the brine shrimp Artemia salina (Branchiopoda: Anostraca) to filter feeding: Effect of body size and temperature on filteration and respiration rate. Journal of Crustacean Biology, 35(5), 650-658.
24. Sørdalen, T.K., Halvorsen, K.T., Harrison, H.B., Ellis, C.D., Vøllestad, L.A., Knutsen,

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

H., Moland, E., Olsen, E.M., 2018. Harvesting changes mating behaviour in European lobster. Evolutionary Aplicatiuon, 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.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

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.[1], Fattollahi, M.[1*], Shaloui, F.[1]

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 ± 0.01 cm), while the control group (*Spirulina*) had the lowest value (0.60 ± 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.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-821]

* *Corresponding Author: mehrdadfattollahi@gmail.com*