

تولید زی توده و سیست آرتمیا (گونه‌های فرانسیسکانا، ارومیا و پارتنوژنز) در استخرهای بتنی با استفاده از جیره فرموله شده

سعید وحدت^۱، ناصر آق^{۱*}، فرزانه نوری^۱، ژیلبرت وان استاپن^۲

^۱ پژوهشکده آرتمیا و آبی پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

^۲ مرکز رفرانس جهانی آرتمیا، دانشگاه گنت بلژیک، گنت، بلژیک.

* نویسنده مسئول n.agh@urmia.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۲۳

چکیده

گونه‌های مختلف آرتمیا می‌توانند از ذرات غذایی شامل سبوس‌ها، جلبک‌ها، باکتری‌ها و ذرات معلق در آب استفاده نمایند. در این مطالعه از جیره فرموله شده برای تغذیه آرتمیا شامل فرانسیسکانا، ارومیا و پارتنوژنز در استخرهای بتنی به منظور بررسی ظرفیت تولید زی توده آرتمیا به مدت ۳ هفته و سیست آرتمیا در مدت زمان ۱۵ هفته استفاده شد. تیمار شاهد از جیره حاوی جلبک + مخمر و تیمار تغذیه‌ای از جیره فرموله استفاده نمودند. بدین ترتیب تعداد ۲۰۰۰ ناپلی از گونه‌های مختلف در لیتر برای تولید زی توده و تعداد ۱۰۰ ناپلی از گونه‌های مختلف در لیتر جهت تولید سیست به استخرهای بتنی اضافه شد. غذادهی براساس دستورالعمل استاندارد انجام شد. میزان تولید پارامترهای فیزیوشیمیایی آب و همچنین ترکیبات بیوشیمیایی و میکروبی محیط پرورش بررسی شد. بالاترین مقدار زی توده (تر) و سیست (خشک) در تیمار آرتمیا فرانسیسکانا تغذیه شده با جیره فرموله به دست آمد که به ترتیب برابر با ۱۴۵۵ و ۱۰/۳۷ گرم در ۷۵۰ لیتر بود ($P < 0/05$). مقدار پروتئین و کارتنوئید کل در بدن آرتمیاهای تغذیه شده با جیره فرموله شده نسبت به تیمارهای شاهد مقادیر بالاتری را به صورت معنی‌داری نشان دادند ($P < 0/05$) و در گونه آرتمیا فرانسیسکانا بالاترین مقدار در پارامترهای بررسی شده، مشاهده شد. نتایج نشان داد که استفاده از جیره فرموله شده و القاء مواد مغذی مورد نظر به درون محیط پرورش آرتمیا، علاوه بر تأمین ذرات مغذی آرتمیا، به دلیل وجود باکتری‌های مفید، تنوع جلبک‌ها و سبوس‌ها و ذرات غذایی میکرو در جیره، باعث افزایش رشد و کیفیت آرتمیا می‌شود.

واژگان کلیدی: آرتمیا، جیره فرموله شده، تولید زی توده، تولید سیست، استخر بتنی.

مقدمه

آرتمیا یک موجود فیلتر کننده غیرانتخابی می‌باشد که ذرات غذایی بین ۱ تا ۵۰ میکرون را مصرف می‌کند (D'Agostino, 1980). این موجود می‌تواند از انواع ریزجلبک‌ها (*Chlorella*، *Dunaliella*، *Nannochloropsis* و *Tetraselmis*)، جلبک‌های خشک و پودر شده (*Spirulina* و *Scenedesmus*) و غذاهای جایگزین مانند انواع مخمر، باکتری، سبوس گندم و برنج و ذرات آلی معلق در آب استفاده کند (Lavens and Sorgeloos, 1996, Zmora et al., 2002; Zmora and Shpigel, 2006).

آرتمیا فرانسیسکانا (*Artemia franciscana*) (Kellogg 1906) از گونه‌های آرتمیای دوجنسی می‌باشد که در چندین زیستگاه از جمله خلیج

سانفرانسیسکو (SFB) در آمریکا زیست می‌کند. این گونه بازدهی نسبتاً بالایی نسبت به سایر نژادهای آرتمیا داشته و تحمل بالاتری نسبت به تغییرات دمایی و دامنه وسیع شوری دارد (Browne et al., 1988; Triantaphyllidis et al., 1995). مشخصه‌های سیست آرتمیای خلیج سان فرانسیسکو (SFB) مانند اندازه کوچک، قابلیت تخم‌گذاری بالا و رفع دیابوز آسان سبب شده است که سیست این گونه، از بازار پسندی بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها برخوردار باشد (Sui et al., 2013).

آرتمیا ارومیا (*Artemia urmiana*) (Günther, 1899) یکی دیگر از گونه‌های دوجنسی آرتمیا است که زیستگاه آن دریاچه ارومیه در ایران می‌باشد. با توجه به وسعت دریاچه ارومیه و شکوفایی مجدد آرتمیا

مطالعه، گونه آرتمیا فرانسیسکانا (*A. franciscana*) از شرکت INVE، آرتمیا ارومیا (*A. urmiana*) و آرتمیا بکرزا (*A. parthenogenetica*) از پژوهشکده آرتمیا و آبی‌پروری تهیه گردید. در ابتدا سیست‌ها به مدت یک ساعت در آب شیرین هیدراته شدند و سپس طبق دستورالعمل استاندارد (دما ۲۸ درجه سانتی‌گراد، شوری ۳۳ گرم بر لیتر که برای جمعیت بکرزا ۲۰ گرم در لیتر بود و pH ۸/۵) تخم‌گشایی شدند (Sorgeloos *et al.*, 1986). بعد از تخم‌گشایی، به جهت تولید زی توده آرتمیا، ناپلیوس‌های مرحله یک مستقیماً به ۱۲ استخر بتنی مستطیل شکل با ابعاد ۳ متر طول، ۵۰ سانتی‌متر عرض و ۵۰ سانتی‌متر عمق آب‌گیری، حاوی ۷۵۰ لیتر آب با شوری ۸۰ گرم در لیتر و با تراکم ۲۰۰۰ ناپلیوس در لیتر منتقل شدند. فاکتورهای اولیه استخرهای تولید زی توده به ترتیب اسیدیته ۸/۲، دما ۲۳/۵، هدایت الکتریکی (EC) ۸۶/۴ میکروزیمنس، نترات ۳/۲ میلی‌گرم بر لیتر، نیتريت ۰/۹۶ میلی‌گرم بر لیتر، آمونیوم ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر و کلسیم ۲۰۶ میلی‌گرم بر لیتر بود.

همزمان، به جهت تولید سیست آرتمیا، ابتدا در کف ۱۲ دیگر استخر به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر خاک جنگلی (از خاک جنگل شیخ تپه ارومیه) ریخته شد و سپس ناپلیوس آرتمیای مرحله یک با تراکم ۱۰۰ ناپلیوس در لیتر مستقیماً به استخرهای بتنی مستطیل شکل حاوی ۷۵۰ لیتر آب با شوری ۱۲۰ گرم در لیتر منتقل شدند.

فاکتورهای فیزیوشیمیایی استخرهای تولید سیست به ترتیب اسیدیته ۸/۰۵، دما ۲۵/۲، هدایت الکتریکی (EC) ۱۲۶/۶ میلی‌زیمنس، نترات ۴/۸ میلی‌گرم بر لیتر، نیتريت ۰/۳۵ میلی‌گرم بر لیتر، آمونیوم ۰/۴ میلی‌گرم بر لیتر و کلسیم ۲۵۳ میلی‌گرم بر لیتر بود. برای گونه‌های مختلف پرورشی آرتمیا از جیره فرموله شده و پودری طبق جدول ۱ استفاده شد: به‌طور کلی، برای تولید زی توده و سیست هر گونه از آرتمیا و هر تیمار تغذیه‌ای، از ۲۴ استخر مجزا (هر تیمار با ۲ تکرار) استفاده شد. پرورش آرتمیا برای تولید

ارومیا در این دریاچه و همچنین به دلیل اهمیت استراتژیکی آن برای صنعت آبی‌پروری کشور این گونه در ایران دارای اهمیت خاصی می‌باشد.

آرتمیا پارتنوژنتیکا (Barigozzi, 1974) یا آرتمیای بکرزا (*Artemia parthenogenetica*) در تمامی پنج قاره جهان پراکندگی داشته و در داخل دریاچه‌های نمک، تالاب‌های ساحلی و استخرهای برداشت نمک زندگی می‌کند (Vanhaecke *et al.*, 1987). آرتمیای بکرزا در چندین دریاچه کوچک و بزرگ در ایران از جمله در دریاچه ارومیه گزارش شده است (Agh *et al.*, 2007). این گونه به دلیل توسعه و تکامل سریع و رسیدن به سن تولیدمثل در جهان دارای اهمیت بسیاری می‌باشد (Lavens and Sorgeloos, 1996). سن اولین تولید مثل یک عامل کلیدی در تعیین نرخ رشد جمعیت می‌باشد، بنابراین جمعیت آرتمیای بکرزا دارای سرعت رشد بالاتری می‌باشد (Lavens and Sorgeloos, 1996).

تولید سیست و زی توده آرتمیا در استخرهای پرورشی، بستگی زیادی به تراکم آرتمیا دارد که این تراکم نیز خود بستگی به شرایط غیرزیستی (مانند دمای آب و شوری) و در دسترس بودن غذا (مانند کیفیت و کمیت میکروجلبک‌ها، ذرات آلی معلق در آب، باکتری‌ها) دارد (Baert *et al.*, 1996). در پرورش متراکم آرتمیا، جمعیت میکروجلبک‌هایی که به صورت طبیعی رشد می‌کنند، به تنهایی نیازهای زیستی آرتمیا از قبیل رشد و تولیدمثل را برطرف نمی‌کند (Sui *et al.*, 2013). بنابراین استفاده از میکروجلبک‌ها، باکتری‌ها و ذرات مغذی معلق در آب سبب افزایش سرعت و بازدهی رشد (تولید زی توده) و تولید سیست در آرتمیا می‌شوند. هدف از انجام این مطالعه استفاده از جیره فرموله شده حاوی ذرات مختلف غذایی شامل سبوس‌ها، میکروجلبک‌ها، باکتری‌ها و مخمر بر میزان تولید زی توده و سیست آرتمیا در استخرهای بتنی آب شور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

طراحی آزمایش: آرتمیای مورد استفاده در این

جدول ۱- جیره فرموله شده و پودری استفاده شده در گونه‌های آرمیای پرورشی.

جیره‌های آزمایشی	سبوس گندم و برنج (۵۰:۵۰)	مخمر	آستاگزانتین	جلبک خشک جلبک*	باکتری‌های پروبیوتیک*	نشاسته	لسیتین
شاهد	جلبک ۲۵ درصد + مخمر ۷۵ درصد						
جیره فرموله	٪ ۷۱/۴۰۰	٪ ۱۵	٪ ۰/۰۰۱	٪ ۱۰	٪ ۱/۲۵۰	٪ ۲	٪ ۰/۱
ترکیب شیمیایی جیره‌ها (درصد)	پروتئین	چربی		کربوهیدرات	خاکستر		
شاهد	۳۰/۷۳	۱۱/۹۰		۵۳/۹۲	۱/۳۱		
جیره فرموله	۱۶/۶۰	۳۷/۵۹		۳۶/۵۸	۸/۴۶		

(*) ۱- جلبک‌های پودر شده شامل گونه‌های *Dunaliella tertiolecta*, *Nannochloropsis oculata*, *Chlorella* sp. با نسبت ۱:۱:۱ بودند.

(*) ۲- باکتری‌های پروبیوتیک شامل باکتری‌های *Bacillus subtilis* و *Bacillus coagulans* با نسبت ۵۰:۱ بودند.

ارومیانا تغذیه شده با جیره فرموله بودند. همچنین تیمارهای پرورشی برای تولید سیست شامل تیمار (۷) آرمیا فرانسیسکانا تغذیه شده با جلبک و مخمر (شاهد)، تیمار (۸) آرمیا فرانسیسکانا تغذیه شده با جیره فرموله، تیمار (۹) آرمیا ارومیانا تغذیه شده با جلبک و مخمر (شاهد)، تیمار (۱۰) آرمیا ارومیانا تغذیه شده با جیره فرموله، تیمار (۱۱) آرمیا پارتنوژن تغذیه شده با جلبک و مخمر (شاهد) و تیمار (۱۲) آرمیا پارتنوژن تغذیه شده با جیره فرموله بودند.

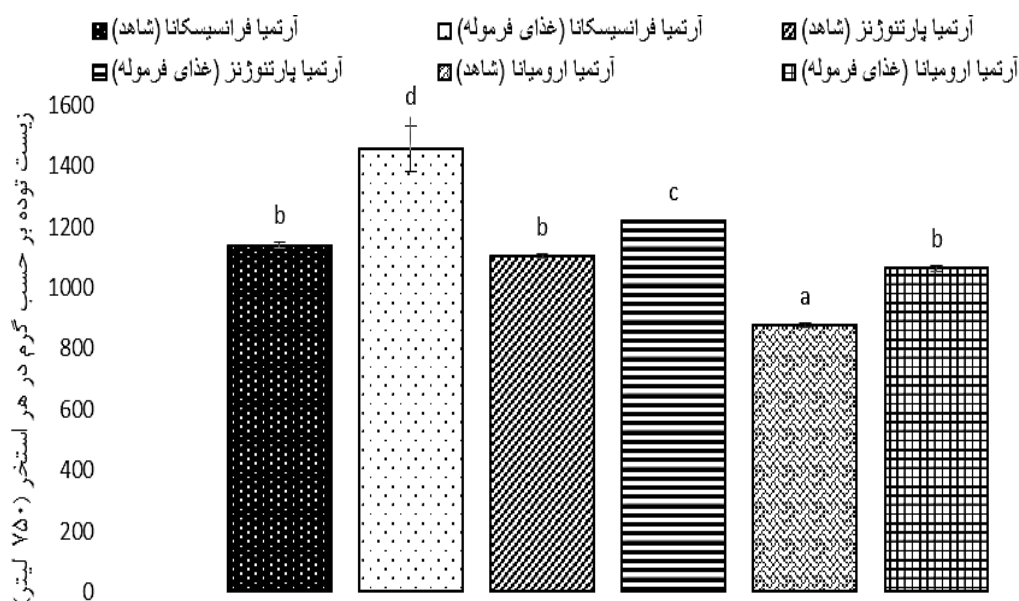
سنجش جمعیت باکتریایی در استخرهای بتنی: جمعیت باکتریایی در روزهای ۱، ۷، ۱۴ و ۲۲ شمارش شد. برای این منظور، نمونه‌های گرفته شده از هر استخر در محیط اصلاح شده مرین برات (Marine broth) کشت و برای مدت زمان دو روز در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شدند. در مرحله بعدی کلونی‌های قابل مشاهده شمارش شده و با استفاده از معادله زیر بر حسب لگاریتم ۱۰ cfu در میلی لیتر گزارش شدند (Vahdat et al., 2018).

CFU = کلونی‌های شمارش شده × رقت وارونه

ترکیب بیوشیمیایی آرمیا: برای تعیین میزان پروتئین، چربی و خاکستر آرمیا در انتهای دوره آزمایش، مقدار مشخصی از آرمیا در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. آنالیز پروتئین با روش کج‌لدال، چربی با روش سوکسله و خاکستر با سوزاندن نمونه‌ها در کوره الکتریکی انجام

زی‌توده به مدت ۲۲ روز انجام شد. پرورش آرمیا به‌منظور حصول سیست به مدت ۱۵ هفته انجام شد و غذادهی برای هر دو گروه با استفاده از جیره شاهد و غذای فرموله انجام گرفت. میزان غذادهی بر اساس کدورت محیط پرورش (در حدود ۲۵ سانتی‌متر) انجام شد. تغذیه گروه تیمار شاهد با جلبک *Dunaliella salina* و مخمر انجام گرفت. پارامترهای فیزیکی آب (دما و pH)، بازماندگی (نمونه‌گیری نقطه‌ای در ۱۰ نقطه از استخر در انتهای پرورش)، زی‌توده و بار باکتریایی در طی طول مدت کشت آرمیا به جهت تولید زی‌توده در روزهای ۱، ۷، ۱۴ و ۲۲ اندازه‌گیری شدند. همچنین برای تولید سیست در استخرها، پارامترهای فیزیکی آب (مانند دما، اسیدیته و هدایت الکتریکی) هر ۳ روز یکبار و فاکتورهای بازماندگی، نیترات، نیتريت، آمونیوم و کلسیم هر دو هفته یکبار انجام شد. در طول مدت پرورش تعویض آب صورت نگرفت و تنها آب تبخیری جبران شد. در تمام مراحل پرورش هوادهی در استخرها صورت گرفت.

تیمارهای پرورشی برای تولید زی‌توده شامل تیمار (۱) آرمیا فرانسیسکانا تغذیه شده با جلبک و مخمر (شاهد)، تیمار (۲) آرمیا فرانسیسکانا تغذیه شده با جیره فرموله، تیمار (۳) آرمیا پارتنوژن تغذیه شده با جلبک و مخمر (شاهد)، تیمار (۴) آرمیا پارتنوژن تغذیه شده با جیره فرموله، تیمار (۵) آرمیا ارومیانا تغذیه شده با جلبک و مخمر (شاهد) و تیمار (۶) آرمیا



تیمارها

شکل ۱- میزان زیست توده تولید شده در آرتمیا تغذیه شده با جیره فرموله و جیره شاهد در انتهای دوره پرورش (روز ۲۲) در هر استخر ۷۵۰ لیتری (حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی دار هستند).

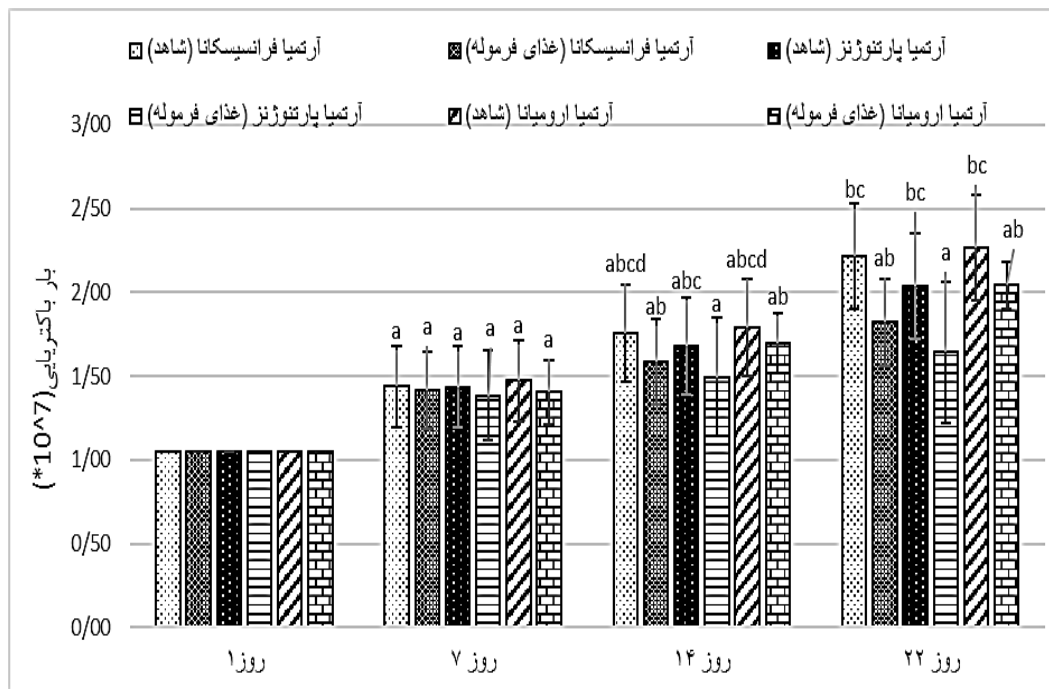
ANOVA) انجام گرفت و از آزمون دانکن (Duncan) برای تعیین معنی داری میانگین ها در سطح ۵ درصد استفاده شد ($P < 0.05$). نمودارها با استفاده از نرم افزار Microsoft Office Excel (نسخه ۲۰۱۳) رسم شدند.

نتایج

پرورش زی توده آرتمیا: تغییرات دمایی در طول مدت پرورش بین ۲۳/۵ تا ۲۵/۸۶ درجه سانتی گراد و تغییرات pH بین ۸/۲۰ تا ۸/۴۴ بود. میزان شوری آب در سطح ۸۰ گرم بر لیتر نگه داشته شد. تولید زی توده در روز ۲۲ در گونه آرتمیا فرانسیسکانای تغذیه شده با غذای فرموله (۱۴۵۵/۵۹ گرم زی توده تر) نسبت به سایر گونه‌ها و نسبت به فرانسیسکانای شاهد بالاتر بود و تفاوت معنی داری را نشان داد ($P < 0.05$). پایین ترین مقدار زی توده تولید شده مربوط به گونه آرتمیا ارومیانی گروه شاهد (۸۷۷/۱۴ گرم زی توده تر) بود. آرتمیاهای تغذیه شده با جیره فرموله نسبت به تیمار شاهد، مقدار زی توده بیشتری تولید کردند ($P < 0.05$) (شکل ۱).

شد. برای اندازه گیری رطوبت سیست‌ها، پس از وزن نمونه‌ها، درون آون فن دار با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد برای مدت ۲۴ ساعت گذاشته شدند و سپس مقدار رطوبت محاسبه شد (A.O.A.C 2005). برای اندازه گیری کربوهیدرات کل مقدار ۱۰۰ میلی گرم از آرتمیا وزن شده و با ۵ میلی لیتر اسید کلروریدریک ۲/۵ نرمال برای سه ساعت هضم شد. بعد از هضم شدن، محلول با استفاده از سدیم کربنات جامد خنثی شد و حجم نمونه به ۱۰۰ میلی لیتر رسید و سپس سانتریفیوژ شد (۵۰۰۰ دور بر دقیقه برای ۵ دقیقه). میزان یک میلی لیتر از محلول رویی برداشت شده و به آن چهار میلی لیتر معرف آنترون ۰/۲ درصد اضافه شد و برای هشت دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. نمونه به سرعت سرد شده و در طول موج ۶۳۰ نانومتر خوانش نمونه‌ها انجام گرفت (Hedge and Hofreiter, 1962).

تجزیه و تحلیل آماری: نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شدند. آنالیز آماری میانگین داده با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۲۲) و به صورت یک طرفه (One-Way



شکل ۲- میزان بار باکتریایی تولید شده در آرتمیا تغذیه شده با جیره فرموله و جیره شاهد در طول دوره پرورش (حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی دار هستند).

ارزش غذایی: میزان پروتئین و کربوهیدرات در آرتمیا فرانسیسکانا تغذیه شده با جیره فرموله و گروه شاهد نسبت به سایر تیمارها مقدار بالاتری را نشان دادند و دارای تفاوت معنی داری بودند ($P < 0.05$), که مقادیر آن به ترتیب برابر با ۵۴/۱۱ درصد پروتئین برای آرتمیا فرانسیسکانای تغذیه شده با جیره فرموله و ۲۷/۴۲ درصد کربوهیدرات برای آرتمیا فرانسیسکانای تغذیه شده با جیره شاهد بود (جدول ۱). آرتمیاهای تغذیه شده با جیره فرموله، میزان پروتئین بالاتری را نشان دادند. محتوای چربی در آرتمیا پارتنوزنز گروه شاهد (۱۹/۷۰ درصد) و آرتمیا ارومیانا گروه شاهد (۱۹/۸۰ درصد) نسبت به سایر تیمارها میزان بیشتری را نشان دادند که نسبت به سایر تیمارها دارای تفاوت معنی داری بودند ($P < 0.05$). میزان خاکستر در آرتمیاهای تغذیه شده با جیره فرموله نسبت به آرتمیاهای گروه شاهد مقدار بالاتری را نشان دادند که دارای تفاوت معنی داری نیز بودند ($P < 0.05$) و برای آرتمیا فرانسیسکانا، آرتمیا پارتنوزنز و آرتمیا ارومیانا به ترتیب برابر با ۱۲/۷۷، ۱۲/۹۰ و ۱۲/۹۵ درصد بودند

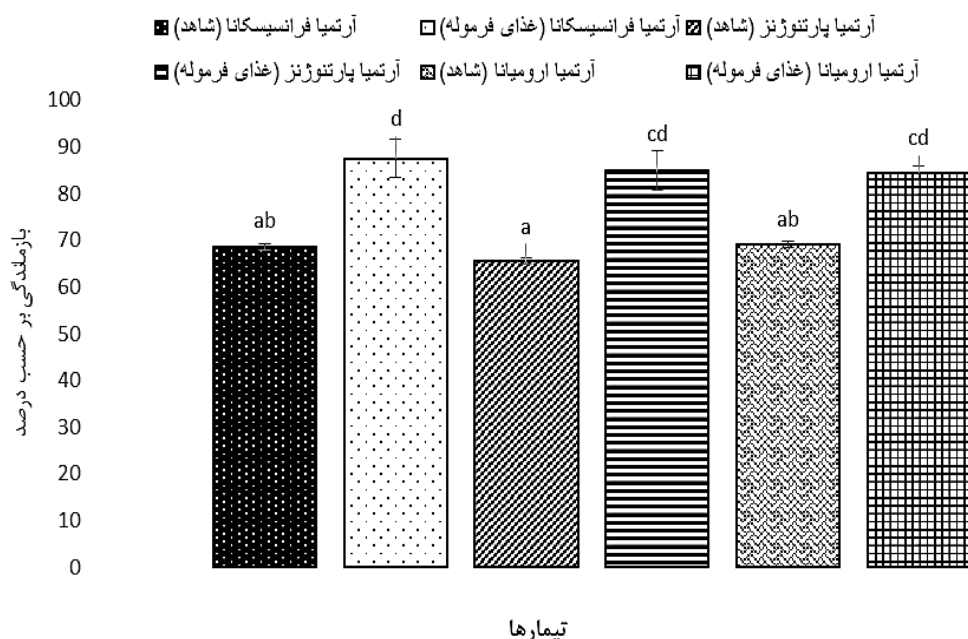
بررسی تراکم باکتریایی در استخرهای پرورشی:

بررسی تغییرات باکتریایی در استخرهای پرورشی نشان داد که در روزهای ۷ و ۱۴ تفاوت معنی داری در بین استخرها وجود نداشت ($P > 0.05$) و بار باکتریایی استخرها در بین تیمارهای مختلف غذایی دارای همپوشانی بود ($P > 0.05$). همچنین در روز ۲۰ پرورش در استخرهای بتنی، تیمارهای شاهد آرتمیا ارومیانا ($2/05 \times 10^7$) و شاهد آرتمیا فرانسیسکانا ($2/22 \times 10^7$) بالاترین مقدار باکتری را در محیط خود نشان دادند که نسبت به سایر تیمارها دارای تفاوت معنی داری بودند ($P < 0.05$) (شکل ۲).

بازماندگی: در پایان دوره پرورش، گونه آرتمیا فرانسیسکانا تغذیه شده با جیره فرموله، بالاترین بازماندگی و گونه آرتمیا پارتنوزنز شاهد پایین ترین بازماندگی را نشان دادند که در روز ۲۲ پرورش به ترتیب برابر با ۸۷/۴۹ درصد و ۶۵/۵۰ درصد بودند ($P < 0.05$). آرتمیاهای تغذیه شده با جیره فرموله نسبت به تیمارهای شاهد خود از بازماندگی بالاتری برخوردار بودند (شکل ۳).

جدول ۲- میانگین (\pm انحراف معیار) ترکیبات بیوشیمیایی (بر اساس وزن خشک) آرمیاهای پرورش یافته در استخرهای بتنی.

کاروتنوئید (میکروگرم بر میلی‌گرم)	خاکستر (%)	کربوهیدرات کل (%)	چربی (%)	پروتئین (%)	
۵۲/۰ \pm ۴۲/۸ ^a	۱۰/۰ \pm ۲۷/۹۵ ^b	۲۷/۱ \pm ۴۲/۶۲ ^c	۱۸/۱ \pm ۵۹/۰۵ ^c	۴۳/۰ \pm ۶۹/۳۶ ^a	فرانسیسکانا (شاهد)
۶۹/۱ \pm ۷۸/۴۶ ^d	۱۲/۰ \pm ۷۷/۴۵ ^c	۱۹/۱ \pm ۷۸/۳۶ ^a	۱۳/۱ \pm ۲۳/۰۹ ^a	۵۴/۰ \pm ۱۱/۷۳ ^c	فرانسیسکانا (فرموله)
۴۹/۰ \pm ۷۷/۴۵ ^a	۱۰/۰ \pm ۷۷/۴۵ ^b	۲۵/۱ \pm ۰۵/۴۹ ^b	۱۹/۱ \pm ۷۰/۳۵ ^d	۴۴/۰ \pm ۲۱/۳۶ ^a	پارتنوژنز (شاهد)
۶۱/۱ \pm ۲۵/۰۷ ^c	۱۲/۰ \pm ۹۰/۵۳ ^c	۱۹/۰ \pm ۱۳/۰۲ ^a	۱۷/۰ \pm ۱۰/۵۶ ^c	۵۰/۱ \pm ۶۸/۰۰ ^b	پارتنوژنز (فرموله)
۵۱/۱ \pm ۲۳/۰۹ ^a	۹/۰ \pm ۸۰/۷۴ ^a	۲۶/۲ \pm ۳۳/۹۱ ^b	۱۹/۱ \pm ۸۰/۴۵ ^d	۴۳/۰ \pm ۸۶/۷۱ ^a	ارومیا (شاهد)
۶۲/۱ \pm ۹۵/۶۳ ^c	۱۲/۰ \pm ۹۵/۶۰ ^c	۲۱/۱ \pm ۴۸/۸۶ ^{ab}	۱۵/۰ \pm ۸۲/۵۰ ^b	۴۸/۰ \pm ۷۴/۴۰ ^b	ارومیا (فرموله)



شکل ۳- میزان بازماندگی (درصد) در آرمیا تغذیه شده با جیره فرموله و جیره شاهد در انتهای دوره پرورش (روز ۲۲) (حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی‌دار هستند).

مقدار آمونیوم (میلی‌گرم بر لیتر) در محدوده ۱/۵ الی ۲/۴ میلی‌گرم بر لیتر نوسان داشت. در هفته هفتم پرورش، کاهش مقدار آمونیوم اتفاق افتاد. در حالی که از هفته هشتم به بعد، روند تغییرات آمونیوم در هفته‌های مختلف به صورت صعودی-نزولی مشاهده شد (جدول ۲).

در هفته اول پرورش مقدار نیتريت (میلی‌گرم بر لیتر) در تمامی تیمارها افزایش یافت (در محدوده ۱/۴ تا ۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر) و تا هفته ششم پرورش مقدار نیتريت در این محدوده ثابت بود. در هفته هفتم کاهش مقدار نیتريت مشاهده شد، در حالی که در هفته هشتم مقدار نیتريت در تمامی تیمارها به جز در آرمیا

(جدول ۱). همچنین، مقدار کاروتنوئید در آرمیا فرانسیسکانا تغذیه شده با جیره فرموله (۶۹/۷۸ میکروگرم بر میلی‌گرم) نسبت به سایر تیمارها مقدار بالاتری داشت و تفاوت معنی‌دار را نشان داد ($P < 0.05$) (جدول ۱).

تغییرات فیزیوشیمیایی آب استخرهای پرورشی: تغییرات دمایی در طول مدت پرورش در استخرها بین ۲۷/۹۱ الی ۱۳/۸۴ درجه سانتی‌گراد و تغییرات اسیدیته بین ۸/۱۰ الی ۹/۰۴ و هدایت الکتریکی در محدوده ۱۳۴/۵۶ الی ۱۷۰/۶۴ میکروزیمنس بود. از هفته اول تا هفته ششم پرورش آرمیا، در گونه‌های مختلف و تیمارهای غذایی مختلف

جدول ۳- میانگین (\pm انحراف معیار) مقدار آمونیم در استخرهای بتنی.

آمونیم	روز شروع	۱۵ مرداد	۲۹ مرداد	۱۲ شهریور	۲۶ شهریور	۹ مهر	۲۳ مهر
فرانسیسکانا (شاهد)	۰/۰±۴/۰۰	۲/۰±۲۷/۰۱	۲/۰±۳۲/۰۱	۲/۰±۲۰/۰۰	۱/۰±۰۵/۰۰	۰/۰±۲۲/۰۰	۰/۰±۹/۰۰
فرانسیسکانا (فرموله)	۰/۰±۴/۰۰	۱/۰±۷۸/۰۳	۱/۰±۸۲/۰۳	۱/۰±۷۳/۰۳	۱/۰±۵۵/۰۵	۰/۰±۱۱/۰۲	۰/۰±۰۹/۰۰
پارتونوز (شاهد)	۰/۰±۴/۰۰	۱/۰±۷۱/۰۳	۱/۰±۷۴/۰۲	۱/۰±۶۷/۰۳	۰/۰±۹۵/۰۳	۱/۰±۰۹/۰۴	۱/۰±۵۲/۰۰
پارتونوز (فرموله)	۰/۰±۴/۰۰	۱/۰±۷۵/۰۲	۱/۰±۷۹/۰۲	۱/۰±۷۱/۰۲	۰/۰±۷۴/۰۲	۱/۰±۱۷/۰۳	۱/۰±۳۱/۰۰
ارومیانا (شاهد)	۰/۰±۴/۰۰	۱/۰±۷۷/۰۱	۱/۰±۸۰/۰۱	۱/۰±۷۱/۰۱	۱/۰±۷۳/۰۰	۰/۰±۸۳/۰۰	۲/۰±۱۳/۰۱
ارومیانا (فرموله)	۰/۰±۴/۰۰	۲/۰±۱۳/۰۴	۲/۰±۱۷/۰۴	۲/۰±۰۸/۰۵	۰/۰±۸۰/۰۶	۰/۰±۲۳/۰۳	۰/۰±۸۳/۰۰

جدول ۴- میانگین (\pm انحراف معیار) مقدار نیتريت در استخرهای بتنی.

نیتريت	روز شروع	۱۵ مرداد	۲۹ مرداد	۱۲ شهریور	۲۶ شهریور	۹ مهر	۲۳ مهر
فرانسیسکانا (شاهد)	۰/۰±۳۵/۰۰	۰/۰±۸۳/۰۰	۰/۰±۸۴/۰۰	۰/۰±۸۰/۰۰	۰/۰±۲۹/۰۰	۰/۰±۱۱/۰۰	۰/۰±۳۰/۰۰
فرانسیسکانا (فرموله)	۰/۰±۳۵/۰۰	۰/۰±۵۶/۰۵	۰/۰±۵۷/۰۵	۰/۰±۵۵/۰۵	۰/۰±۸۳/۰۳	۰/۰±۱۰/۰۰	۰/۰±۲۹/۰۱
پارتونوز (شاهد)	۰/۰±۳۵/۰۰	۰/۰±۵۷/۰۵	۰/۰±۵۸/۰۵	۰/۰±۵۵/۰۵	۰/۰±۰۷/۰۰	۰/۰±۱۱/۰۰	۰/۰±۳۳/۰۰
پارتونوز (فرموله)	۰/۰±۳۵/۰۰	۰/۰±۴۱/۰۰	۰/۰±۴۲/۰۰	۰/۰±۴۰/۰۰	۰/۰±۰۶/۰۱	۰/۰±۱۱/۰۰	۰/۰±۲۹/۰۰
ارومیانا (شاهد)	۰/۰±۳۵/۰۰	۰/۰±۷۲/۰۰	۰/۰±۷۳/۰۰	۰/۰±۷۰/۰۰	۰/۰±۵۳/۰۰	۰/۰±۱۰/۰۰	۰/۰±۳۰/۰۰
ارومیانا (فرموله)	۰/۰±۳۵/۰۰	۰/۰±۵۶/۰۵	۰/۰±۵۸/۰۵	۰/۰±۵۵/۰۵	۰/۰±۲۶/۰۳	۰/۰±۱۴/۰۱	۰/۰±۳۳/۰۰

جدول ۵- میانگین (\pm انحراف معیار) مقدار نیتريت در استخرهای بتنی.

نیتريت	روز شروع	۱۵ مرداد	۲۹ مرداد	۱۲ شهریور	۲۶ شهریور	۹ مهر	۲۳ مهر
فرانسیسکانا (شاهد)	۴/۰±۸۰/۰۰	۳/۰±۹۰/۰۱	۳/۰±۹۹/۰۱	۳/۰±۸۰/۰۱	۷/۰±۰۲/۰۲	۳/۰±۶۳/۰۱	۳/۰±۸۷/۰۱
فرانسیسکانا (فرموله)	۴/۰±۸۰/۰۰	۳/۰±۶۰/۰۱	۳/۰±۶۷/۰۱	۳/۰±۵۰/۰۱	۹/۰±۲۳/۰۳	۳/۰±۲۸/۰۲	۳/۰±۴۶/۰۵
پارتونوز (شاهد)	۴/۰±۸۰/۰۰	۳/۰±۰۶/۰۲	۳/۰±۱۲/۰۲	۲/۰±۹۷/۰۲	۸/۰±۲۴/۰۴	۳/۰±۲۲/۰۲	۳/۰±۵۸/۰۰
پارتونوز (فرموله)	۴/۰±۸۰/۰۰	۳/۰±۶۰/۰۱	۳/۰±۶۶/۰۱	۳/۰±۵۰/۰۱	۷/۰±۳۵/۰۵	۳/۰±۳۰/۰۲	۳/۰±۳۷/۰۰
ارومیانا (شاهد)	۴/۰±۸۰/۰۰	۲/۰±۵۹/۰۱	۲/۰±۶۴/۰۱	۲/۰±۵۲/۰۱	۹/۰±۲۸/۰۳	۴/۰±۱۱/۰۲	۳/۰±۸۹/۰۱
ارومیانا (فرموله)	۴/۰±۸۰/۰۰	۲/۰±۴۷/۰۱	۲/۰±۵۲/۰۱	۲/۰±۴۱/۰۱	۸/۰±۷۶/۰۶	۳/۰±۸۶/۰۳	۳/۰±۹۳/۰۰

تولید سیست در استخرها: سیست جمع‌آوری شده از استخر، پس از آبیگری (رطوبت ۳۰ درصد) وزن شد که در گونه آرتمیا فرانسیسکانا تغذیه شده با جیره فرموله (۲۱/۶۴ گرم)، مقدار بالاتری را نشان داد که دارای تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). آرتمیاهای تغذیه شده با جیره فرموله شده، میزان سیست بالاتری را نسبت به گروه شاهد تولید کردند (جدول ۶).

بحث

زی‌توده، بازماندگی و ترکیب بیوشیمیایی: چندین عامل محیطی (مانند دما و شوری) و غذایی (کیفیت و کمیت غذا) می‌تواند بر نرخ بازماندگی آرتمیا اثرگذار

پارتونوز تغذیه شده با جیره فرموله و گروه شاهد برای مدت دو هفته افزایش داشت. از هفته دهم پرورش تا انتهای دوره پرورشی روند تغییرات نیتريت به صورت صعودی- نزولی در هفته های مختلف مشاهده شد (جدول ۳). میزان نیتريت (میلی‌گرم بر لیتر) از هفته دوم پرورش تا هفته ششم پرورش در محدوده ۲/۴ تا ۳/۶ میلی‌گرم بر لیتر قرار داشت و در هفته هفتم کاهش مقدار نیتريت مشاهده شد. همچنین در هفته هشتم افزایش مقدار نیتريت مشاهده شد ولی در هفته دهم مجدداً دامنه تغییرات نیتريت در محدوده ۳/۰۰ الی ۳/۹ قرار گرفت (جدول ۴). میزان کلسیم (میلی-گرم بر لیتر) در تیمارهای مختلف غذایی مقادیر متفاوتی را در هر دوره نمونه‌برداری داشت (جدول ۵).

جدول ۶- میانگین (\pm انحراف معیار) مقدار نیترات در استخرهای بتنی.

کلسیم	روز شروع	۱۵ مرداد	۲۹ مرداد	۱۲ شهریور	۲۶ شهریور	۹ مهر	۲۳ مهر
فرانسیسکانا (شاهد)	۲۵۳/۰±۰۰/۰۰	۱۶۸/۰±۶۰/۰۷	۱۷۱/۰±۷۸/۷۲	۱۶۳/۰±۶۹/۶۹	۱۲۵/۰±۵۳/۵۳	۱۳۹/۰±۵۹/۵۹	۱۷۴/۰±۷۴/۷۳
فرانسیسکانا (فرموله)	۲۵۳/۰±۰۰/۰۰	۱۷۸/۰±۷۰/۰۵	۱۸۲/۰±۰۸/۵۲	۱۷۳/۰±۵۰/۵۰	۱۶۴/۴±۰۰/۰۰	۱۳۹/۲±۰۰/۰۰	۱۵۳/۴±۰۰/۰۰
پارتنوژن (شاهد)	۲۵۳/۰±۰۰/۰۰	۱۶۶/۳±۸۶/۰۹	۱۷۰/۳±۰۱/۱۴	۱۶۲/۳±۰۰/۰۰	۱۶۵/۴±۵۰/۵۰	۱۴۰/۲±۰۰/۰۰	۱۳۹/۰±۰۰/۰۰
پارتنوژن (فرموله)	۲۵۳/۰±۰۰/۰۰	۱۴۰/۱±۵۹/۵۴	۱۴۳/۱±۲۵/۵۷	۱۳۶/۱±۶۰/۵۰	۱۴۳/۴±۵۰/۵۰	۱۲۵/۳±۵۰/۵۰	۱۵۶/۰±۰۰/۰۰
ارومیا (شاهد)	۲۵۳/۰±۰۰/۰۰	۱۸۲/۰±۰۵/۷۷	۱۸۵/۰±۴۸/۷۸	۱۷۶/۰±۷۴/۷۴	۱۵۶/۰±۶۶/۶۶	۱۲۸/۰±۵۴/۵۴	۱۵۹/۰±۶۷/۶۷
ارومیا (فرموله)	۲۵۳/۰±۰۰/۰۰	۱۳۹/۰±۵۶/۵۱	۱۴۲/۰±۲۰/۵۲	۱۳۵/۰±۵۰/۵۰	۱۲۶/۳±۵۰/۵۰	۱۰۹/۳±۵۰/۵۰	۱۶۲/۰±۰۰/۰۰

ارگانیک و ترکیبی از سبوس برنج و پودر سویا تغذیه شده بودند توسط *Anh* و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است. همچنین *Maldonado-Montiel* و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از کود ماکیان در استخرهای خاکی بازماندگی ۵۰ درصدی را گزارش دادند. *Naegel* (۱۹۹۹) گزارش داد که بازماندگی آرمیا فرانسیسکانا با استفاده از جیره های نئوستوم (غذای کودک)، نئوستوم غنی شده و جلبک *Chaetoceros* در روز ۱۱ به ترتیب برابر با ۷۲ درصد، ۷۹ درصد و ۷۳/۵ درصد بود. این در حالی است که در مطالعه حاضر پایین ترین و بالاترین بازماندگی *A. farnciscana* با جیره شاهد و فرموله شده به ترتیب برابر با ۸۹ و ۹۳ درصد در مدت زمان مشابه می باشد. بر اساس نتایج پایین ترین نرخ بازماندگی مربوط به گونه آرمیا پارتنوژن تغذیه شده با غذای شاهد (مخمر + جلبک) بود که در پایان روز ۲۲ مقدار ۶۵ درصد بازماندگی را نشان داد.

درصد پایین پروتئین (۱۶/۶۰ درصد) جیره فرموله نسبت به جیره گروه های شاهد اثرات تبدیل جیره با پروتئین پایین را به جیره با پروتئین بالا در ترکیبات بدنی آرمیا به وضوح نشان داد که میزان پروتئین در آرمیا فرانسیسکانا و پارتنوژن بیش از ۵۰ درصد و در آرمیا ارومیا بیش از ۴۸ درصد بود. همچنین میزان کربوهیدرات و چربی بالای ۲۵ درصد و ۱۸ درصد در گونه های مختلف آرمیا بدست آمد. *Ronsivalli* و *Simpson* (۱۹۸۷) گزارش دادند که غذیه آرمیا با سبوس برنج و پودر کشک مقدار پروتئین، چربی، خاکستر و کربوهیدرات به ترتیب برابر با ۵۰ و ۱۰ و ۵/۹، ۳/۱، ۹/۹، ۶/۷ و ۲۴ و ۷۶ درصد می باشد. همچنین میزان

باشد (Lavens and Sorgeloos, 1996; Browne and Wanigasekera, 2000; Baxevanis *et al.*, 2004). به دلیل وجود مقدار بالاتر فیبر در جیره فرموله شده (به دلیل وجود سبوس گندم و برنج، نشاسته و پودر جلبک های مختلف) نسبت به غذای شاهد (مخمر و جلبک تر) و توانایی بالای آرمیا در تبدیل فیبر به پروتئین (*Sorgeloos et al.*, 1980)، آرمیای تغذیه شده با جیره فرموله علاوه بر میزان بازماندگی و تولید زی توده، سبب افزایش میزان پروتئین بدن آرمیا گردید. در مطالعه حاضر، در تیمارهای تغذیه شده با جیره فرموله، میزان زی توده و بازماندگی در هر سه گونه بیشتر از تیمار شاهد (تغذیه با جلبک و مخمر) مربوط به همان گونه بود. از آنجایی که میزان پروتئین جیره فرموله کمتر از تیمار شاهد بود، می توان افزایش بازماندگی و زی توده را به تنوع مواد موجود در جیره و نرخ تبدیل منابع فیبری به پروتئینی در آرمیا مربوط دانست (*Sorgeloos et al.*, 1980; *Vahdat et al.*, 2018).

بازماندگی آرمیا به شدت تحت تأثیر غذای خورده شده می باشد، به طوری که *Ownagh* و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که بازماندگی آرمیا ارومیا و آرمیا بکرزا تغذیه شده با سبوس گندم در انتهای روز ۱۵ به ترتیب برابر با ۷۰/۳ درصد و ۶۸/۵ درصد می باشد (*Ownagh et al.*, 2015)، در حالی که این مقدار برای گروه های شاهد در مدت زمان مشابه در این مطالعه به ترتیب برابر با ۸۳ و ۸۰ درصد بود، در صورت استفاده از جیره فرموله در این گونه ها بازماندگی بیش از ۸۸ درصد مشاهده شد. بازماندگی ۵۰ درصدی آرمیای پرورش یافته در استخرهای خاکی که با کود

جدول ۷- میانگین (\pm انحراف معیار) پارامترهای تفریح سیست آرتمیای پرورش یافته در استخرهای بتنی با بستر خاکی. وزن سیست تر بدست آمده (گرم) وزن سیست خشک بدست آمده (گرم)

۱۰/۰ \pm ۳۷/۲۲ ^d	۱۳/۰ \pm ۷۷/۳۰ ^c	فرانسیسکانا (شاهد)
۱۶/۰ \pm ۶۵/۹۴ ^c	۲۱/۱ \pm ۶۴/۲۲ ^d	فرانسیسکانا (فرموله)
۴/۰ \pm ۹۳/۵۹ ^a	۶/۰ \pm ۵۰/۷۷ ^a	پارتونوز (شاهد)
۹/۰ \pm ۹۷/۰۶ ^c	۱۲/۰ \pm ۹۵/۰۹ ^c	پارتونوز (فرموله)
۷/۰ \pm ۳۸/۷۳ ^b	۹/۰ \pm ۵۹/۹۵ ^b	ارومیانا (شاهد)
۱۰/۰ \pm ۱۸/۵۱ ^d	۱۳/۰ \pm ۲۲/۶۷ ^c	ارومیانا (فرموله)

شود. وجود کربن به مقدار زیاد نیز سبب افزایش حذف آمونیوم از آب می شود (Lancelot and Billen, 1985). حذف آمونیوم آب در حضور باکتری های محیطی، زمانی که نسبت کربن به نیتروژن بالاتر باشد، بیشتر می شود (Hargreaves, 2006) و از طرفی باکتری های محیطی نیز به عنوان یک منبع غذایی برای آرتمیا می باشند که آرتمیا می تواند از آن ها تغذیه نماید (Intriago and Jones, 1993). با افزایش مدت زمان پرورش آرتمیا در استخرهای بتنی (با بستر خاکی) میزان بار باکتریایی افزایش پیدا کرد که همزمان با آن مقدار منابع نیتروژنی مخصوصاً نیتريت و نیترات نیز روند کاهشی داشت. بنابراین می توان نتیجه گرفت که این منابع احتمالاً توسط باکتری ها مورد استفاده قرار گرفته است. سیکل افزایش بار باکتریایی و کاهش غلظت مواد مغذی محیط پرورش و متعاقباً مصرف باکتری ها توسط آرتمیا به عنوان بخشی از غذای روزانه خصوصاً در استخرهای تغذیه شده با جیره فرموله می - تواند از دلایل افزایش تولید سیست در این استخرها باشد (Camargo et al., 2007).

تولید سیست در تیمارهای شاهد نسبت به تیمارهای تغذیه شده با جیره فرموله، مقدار کمتری را برای هر سه گونه نشان داد که این می تواند به دلیل رشد باکتری هایی باشد که از لحاظ تغذیه ای کمتر برای آرتمیا مناسب هستند (Toi et al., 2013) و همچنین تنوع ذرات غذایی در تیمارهای تغذیه با غذای فرموله می باشد. در تیمارهای تغذیه شده با جیره فرموله، از باکتری های باسیلوس استفاده شده بود و افزایش مقدار

پروتئین در آرتمیا فرانسیسکانا تغذیه شده با جلبک *Chaetoceros*، نئوستوم (غذای کودک) و نئوستوم غنی شده به ترتیب برابر با ۵۶/۵، ۴۳ و ۴۱ درصد و چربی ۲/۹۵، ۱۶/۵ و ۲۰/۳ درصد گزارش شد (Naegel, 1999). میزان پروتئین، چربی، خاکستر و کربوهیدرات در آرتمیا فرانسیسکانای تغذیه شده با جلبک *D. salina* ۵۶/۹، ۱۴/۵، ۱۷/۳ و ۱۰/۸ درصد گزارش شد (Vahdat et al., 2018). میزان کاروتنوئید کل در بدن آرتمیای تغذیه شده با جیره فرموله به طور معنی داری نسبت به تیمارهای شاهد بالاتر بود که علت آن استفاده از رنگدانه آستاگزانتین در جیره آرتمیا می باشد. Vahdat و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که میزان کاروتنوئید کل در آرتمیا فرانسیسکانای تغذیه شده با جلبک *D. salina* برابر با ۴۵/۹ درصد بود. اگرچه در تیمارهای شاهد گونه مختلف آرتمیا در این مطالعه از جلبک *D. salina* استفاده شد (که حاوی ۱۲-۱۴ درصد بتا-کاروتن می باشد) ولی احتمال می رود کارایی آستاگزانتین نسبت به بتا-کاروتن در رنگ پذیری آرتمیا بیشتر باشد.

تولید سیست و عوامل فیزیکیوشیمیایی آب: میکروجلبک ها و باکتری ها نقش کلیدی در چرخه مواد مغذی و ثابت نگهداشتن کیفیت آب دارند (McIntosh et al., 2000; Ray et al., 2010). نیتروژن دفعی به عنوان زیانبارترین ماده در آبی پروری شناخته می شود که آمونیوم حاصل از آن می تواند از طریق فرآیند فتوسنتز جلبک ها به نیتريت و نیترات (با کمک پروتئین سازی باکتری ها) تبدیل

- Biological Association of the United Kingdom* 86(2), 299 - 307
- Agh N., Abatzopoulos T.J., Kappas I., Van Stappen G., Razavi Rouhani, S.M., Sorgeloos P. 2007. Coexistence of Sexual and Parthenogenetic *Artemia* Populations in Lake Urmia and Neighbouring Lagoons. *International Review of Hydrobiology* 92, (1), 48-60.
- Anh N.T.N., Hoa N.V., Van Stappen G., Sorgeloos P. 2009. Effect of different supplemental feeds on proximate composition and *Artemia* biomass production in salt ponds. *Aquaculture* 286(3-4), 217-225.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis of AOAC International, 16th edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Baert P., Bosteels T., Sorgeloos P. 1996. Pond production. In: P. Lavens, P. Sorgeloos (Eds.) Manual on the Production and use of live food for Aquaculture, FAO fisheries technical paper, vol. 361, FAO, Rome, pp. 196-251.
- Barigozzi C. 1974. *Artemia*: A survey of its significance in genetic problems. In: T. Dobzhansky, M.K. Hecht, W.C. Steere (Eds.) Evolutionary Biology. Springer, Boston, MA, *Evolutionary Biology* 221-252.
- Baxevanis A.D., El-Bermawi N., Abatzopoulos T.J., Sorgeloos P. 2004. Salinity effects on maturation, reproductive and life span characteristics of four Egyptian *Artemia* populations (International Study on *Artemia*.LXVIII). *Hydrobiologia* 513(1-3), 87-100.
- Browne R.A., Davis L.E., Sallee S.E. 1988. Effects of temperature and relative fitness of sexual and asexual brine shrimp *Artemia*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 124, 1-20
- Browne R.A., Wanigasekera G. 2000. Combined effects of salinity and temperature on survival and reproduction of five species of *Artemia*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 244(1), 29-44.
- Camargo W.N., Ely J.S., Duran-Cubo G.M., Sorgeloos P. 2004. Influence of some physicochemical parameters on *Artemia* biomass and cyst production in some thalassohaline aquatic environments in the Colombian Caribbean. *Journal of the World Aquaculture Society* 35(2), 274-283.
- سیست دهی و زی توده بدین معناست که این باکتری - ها برای تغذیه آرمیا مناسب می باشند. درصد فراوانی باکتری‌ها در تیمارهای تغذیه شده با جیره فرموله نشان داد که به ترتیب در حدود ۵۰ درصد و ۳۰ درصد از جمعیت باکتریایی استخرها را باکتری‌های باسیلوس سوبتیلیس و باسیلوس کوآگولانس تشکیل می‌دادند، این در صورتی بود که در تیمارهای شاهد جمعیت باکتری‌های محیطی (غالباً باکتری‌های باسیل شکل و لاکتوباسیل شکل) بیش از ۹۹ درصد جمعیت باکتری‌ها را تشکیل می‌دادند. از دیگر دلایل افزایش مقدار سیست‌دهی و زی توده در تیمارهای مطالعه شده می‌توان به افزایش رشد باکتری‌ها در تیمارهای جیره فرموله گونه‌های آرمیا اشاره کرد، بدین صورت که با افزایش مقدار باکتری‌های موجود در جیره فرموله، رشد باکتری در آب زیاد شده و اثر مثبت در مقدار سیست دهی گذاشته است (Hagiwara *et al.*, 1998).
- ### نتیجه‌گیری
- بر اساس نتایج استفاده از جیره فرموله تهیه شده علاوه بر تولید بیشتر زی توده آرمیا، سبب افزایش مقدار سیست‌دهی شد. آرمیا فرانسیسکانا، ارومیا و پارتنوژنز به ترتیب بیشترین مقدار تولید سیست را در زمانی که از جیره فرموله تغذیه کردند، دارا بودند. بالاترین مقدار زیتوده به ترتیب در آرمیا فرانسیسکانا، پارتنوژنز و ارومیا در زمان تغذیه با جیره فرموله مشاهده شد.
- ### تشکر و قدردانی
- این طرح توسط صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور در بخش معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری با شماره قرارداد ۹۶۰۱۶۳۴۰ پشتیبانی مالی و معنوی شده است.
- ### منابع
- Abatzopoulos T.J., Agh N., Van Stappen G., Razavi Rouhani S.M., Sorgeloos P. 2006. *Artemia* sites in Iran. *Journal of the Marine*

- and no water exchanges. *Aquaculture Engineering* 21, 215-227.
- Naegel L.C.A. 1999. Controlled production of *Artemia* biomass using an inert commercial diet compared with the microalgae *Chaetoceros*. *Aquaculture Engineering* 21, 49-59.
- 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.
- Ray A.J., Seaborn G., Lefer J.W., Wilde S.B., Lawson A., Browdy C.L. 2010. Characterization of microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management. *Aquaculture* 310, 130-138.
- Ronsivalli P.C., Simpson K.L. 1987. The brine shrimp *Artemia* as a protein source for humans. In: Persoone G, Sorgeloos P, Roels O, Jaspers E (eds) *The brine shrimp Artemia. Artemia research and its applications*. Vol.3. Ecology, culturing, use in aquaculture. Universa Press, Wetteren, pp. 503-514
- Sorgeloos P. 1980. The use of the brine shrimp *Artemia* in Aquaculture. In: Persoone G, Sorgeloos P, Roels O, Sorgeloos P, Lavens P, Leger P, Tackaert W, Versichele D (1986) *Manual for the culture and use of brine shrimp*.
- Sui L.Y., Wang J., Nguyen V.H., Sorgeloos P., Bossier P., Van Stappen G. 2013. Increased carbon and nitrogen supplementation in *Artemia* culture ponds results in higher cyst yields. *Aquaculture International* 21, 1343-1354.
- Toi H.T., Boeckx P., Sorgeloos P., Bossier P., Van Stappen G. 2013. Bacteria contribute to *Artemia* nutrition in algae-limited conditions: a laboratory study. *Aquaculture* 388-391, 1-7.
- Triantaphyllidis G.V., Pouloupoulou K., Abatzopoulos T.J. 1995. International study on *Artemia* XLIX. Salinity effect on survival, maturity, growth, biometrics, reproductive and life span characteristics of a bisexual and a parthenogenetic population of *Artemia*. *Hydrobiologia* 302, 215-227.
- Vahdat S., Fereidouni A.S., Khalesi M.K. 2018. Coutteau P., Brendonck L., Lavens P., Sorgeloos P. 1992. The use of manipulated baker's yeast as an algal substitute for the laboratory culture of *Anostraca*. *Hydrobiologia* 234(1), 25-32.
- D'Agostino A.S. 1980. The vital requirements of *Artemia*, physiology and nutrition. In: G. Persoon, P. Sorgeloos, O. Roels, E. Jaspers (Eds.) *The Brine Shrimp Artemia*, vol 2. Universa Press, Wetteren, pp: 55-82.
- Gunther R.T. 1899 Contributions to the geography of Lake Urmia and its neighborhood. *Geography Journal* 14, 504-523.
- Hagiwara A., Yamamiya N., Belem de Araujo A. 1998. Effect of water viscosity on the population growth of the rotifer *Brachionus plicatilis* Muller. *Hydrobiologia* 387-388(1), 489-494.
- Hargreaves J.A. 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquaculture Engineering* 34, 344-363.
- Hedge J.E., Hofreiter B.T. 1962. In: *Carbohydrate Chemistry*, 17 (Eds Whistler RL and Be Miller, JN) Academic Press, New York.
- Intriago P., Jones D.A. 1993. Bacteria as food for *Artemia*. *Aquaculture* 113, 115-127.
- Kellogg V.A. 1906. A new *Artemia* and its life conditions. *Science* 24, 594-596.
- Lancelot C., Billen G. 1985. Carbon-nitrogen relationships in nutrient metabolism of coastal marine ecosystems. In: *Advances in Aquatic Microbiology*, Vol. 3 (ed. by H.W. Jannasch & J.J.L. Williams), Academic Press, New York, USA. pp: 263-321.
- Lavens P., Sorgeloos P. 1996. *Manual on the Production and use of live Food for aquaculture*. University of Ghent, Ghent. FAO.
- Maldonado-Montiel T.D.N.J., Rodriguez-Canche L.G., Olvera Novoa M.A. 2003. Evaluation of *Artemia* biomass production in San Crisanto, Yucatan, Mexico, with the use of poultry manure as organic fertilizer. *Aquaculture* 219(1-4), 573-584.
- McIntosh D., Samocha T.M., Jones E.R., Lawrence A.L., Mckee D.A., Horowitz S. and Horowitz A. 2000. The effect of bacterial supplementation on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with low-protein diet in outdoor tank system

Long-term effects of vermicompost manure leachate (powder) inclusions on growth and survival, biochemical composition, total carotenoids, and broodstock reproductive performance of *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906). *Aquaculture International* 26(2), 569-588.

Vanhaecke P., Tackaert W., Sorgeloos P. 1987. The biogeography of *Artemia*: an updated review. In: *Artemia* research and its applications. Vol. 1. Morphology, genetics, strain characterisation, toxicology. Sorgeloos, P., D.A. Bengtson, W. Declair and E. Jaspers (Eds), Universa Press, Wetteren, Belgium, pp. 129-155.

Zmora O., Avital E., Gordin H. 2002. Results of an attempt for mass production of *Artemia* in extensive ponds. *Aquaculture* 213, 395-400.

Zmora O., Shpigel M. 2006. Intensive mass production of *Artemia* in a recirculated system. *Aquaculture* 255, 488-494.

Production of *Artemia* (*Franciscana*, *Urmiana* and *Parthenogenesis*) biomass and cysts in concrete pools using formulated diets

Saeid Vahdat¹, Naser agh^{1*}, Farzaneh Noori¹, Gilbert Van Stappan²

¹Artemia and Aquaculture Research Institute, Urmia University, Urmia, Iran.

²Artemia World Reference Center, University of Ghent Belgium, Ghent, Belgium.

*Corresponding author: n.agh@urmia.ac.ir

Received: 2021/9/14

Accepted: 2021/11/11

Abstract

Different species of *Artemia* can use food particles including brans, algae, bacteria and suspended particles. In this study, a diet formulated to feed *Artemia* in concrete pools to evaluate the production capacity of *Artemia* biomass for 3 weeks and *Artemia* cysts for 15 weeks. The control treatment used a diet containing algae + yeast and the nutritional groups used a formulated diet. Thus, 2000 nauplii per liter for biomass production and 100 nauplii per liter for cysts production were added to concrete pools. Feeding was performed according to standard instructions. Production rate and physicochemical parameters of water as well as biochemical and microbial compositions of the medium were investigated. The highest amount of biomass (wet) and cysts (dry) were obtained in *Artemia franciscana* fed formulated diet, which was equal to 1455 and 10.37 g in 750 L, respectively ($P<0.05$). The total protein and carotenoids in the body of *Artemia* fed with formulated diet showed significantly higher values ($P<0.05$) than the control groups, which were the highest value in *A. Franciscan*. The results showed that use of the formulated diet and induction of nutrients into the *Artemia* breeding environment, in addition to provide *Artemia* nutrients, due to the presence of beneficial bacteria, variety of algae and bran and micro food particles in the diet, increases the growth and quality of *Artemia*.

Keywords: Artemia, Formulated diet, Biomass production, Cysts production, Concrete pool.