نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲
۳۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۲۳

تأثیرات جانشینی مخمر نانوایی صنعتی دست‌کاری‌شده به جای مخمر *Lansy PZ* در شاخصه‌های رشد و بازماندگی دو گونهٔ *Artemia urmiana* و *Artemia franciscana*

- **فرهاد طالبی:** گروه زیست‌شناسی علوم جانوری، دانشگاه ارومیه
- **ابوالقاسم اسماعیلی فریدونی*:** عضو هیئت علمی گروه شیلات، دانشکدهٔ علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- **جواد عبدی:** دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی گیاهی، دانشگاه پیام نور اصفهان
- **رامین منافی‌فر:** عضو هیئت علمی گروه بیوتکنولوژی، پژوهشکدهٔ تحقیقات آرتمیا و آبزیان، دانشگاه ارومیه

چکیده

اخیراً به علت مشکلاتی در تهیهٔ مخمر *Lansy PZ* (قیمت بالا و تجاری‌نکردن تکنیک ساخت)، تحقیقات وسیعی در زمینهٔ جانشینی آن با مخمرهای صنعتی (مانند مخمر نانوایی) برای تغذیهٔ آرتمیا صورت می‌گیرد. در این مطالعه، میزان رشد و درصد بازماندگی ناپلیوس‌های *Artemia urmiana* و *A. franciscana* در روزهای ۳، ۷، ۱۱ و ۱۵ام پرورش در ۶ تیمار غذایی مخمری (مخمر *Lansy PZ*، مخمر غنی‌شده با اسیدهای چرب غیراشباعی، مخمر غنی‌شده بدون لایهٔ مانوپروتئین، مخمر بدون لایهٔ مانوپروتئین، مخمرهای سادهٔ ۵۰ و ۱۰۰ درصد جیرهٔ غذایی) همراه با تغذیه از جلبک *Dunaliella tertiolecta* در ظروف یک‌لیتری با تراکم ۵۰۰ عدد در لیتر و شوری ۸۰ در هزار به مدت ۱۵ روز تا مرحلهٔ بلوغ بررسی شدند. نتایج روز پانزدهم نشان داد که بیشترین رشد هر دو گونه آرتمیا با تغذیه از مخمر *Lansy PZ* بود و رشد طولی آرتمیای ارومیه با این جیره (۹/۰۹ میلی‌متر) بیشتر از آرتمیای امریکا (۷/۵۲ میلی‌متر) بود. در روز پانزدهم و با تغذیه از مخمر بدون لایهٔ مانوپروتئین، بازماندگی بالاتری (آرتمیای ارومیه و امریکا به ترتیب ۷۳/۲۰ و ۷۵/۸۰ درصد) نسبت به سایر جیره‌ها و حتی مخمر *Lansy PZ* (به ترتیب ۶۰/۷۰ و ۷۲/۰۷ درصد) به دست آمد. بررسی نتایج نشان داد که دست‌کاری‌های مخمر نانوایی تأثیرات واضح‌تری در بازماندگی هر دو گونه آرتمیا در مقایسه با رشد دارد؛ با وجود این، حذف لایهٔ مانوپروتئینی مخمر اهمیت بیشتری در مقایسه با غنی‌سازی با اسیدهای چرب غیراشباعی در تغذیهٔ هر دو گونه داشت. بنابراین، پیشنهاد شد که مخمر نانوایی بدون لایهٔ مانوپروتئین می‌تواند جانشین مناسبی برای مخمر *Lansy PZ* در تغذیهٔ هر دو گونه آرتمیا خصوصاً در سیستم‌های پرورشی در مقیاس کوچک و مداربسته باشد.

واژگان کلیدی: آرتمیا، بازماندگی، پرورش، رشد، مخمر *Lansy PZ*، مخمر نانوایی (*Saccharomyces cerevisiae*).

* نویسندهٔ مسئول: E-mail: a.esmaeili@sanru.ac.ir

۱. مقدمه

غذاهای زنده‌ای مانند آرتمیا اهمیت ویژه‌ای، به خصوص در مراحل اولیهٔ تغذیه، در صنعت آبزی‌پروری بسیاری از گونه‌های آبزیان مانند انواع ماهیان دریایی، سخت‌پوستان و میگوها، ماهیان خاویاری، برخی از گونه‌های آب شیرین، ماهیان آکواریومی و حتی نرم‌تنان دارند (Lavens and Sorgeloos, 2001). از اوایل دههٔ ۱۹۷۰، تکنیک‌های مختلف تولید انبوه آرتمیا به مرور زمان با پیشرفت‌های درخور ملاحظه‌ای روبه‌رو شد؛ به طوری که، پرورش آرتمیا به صورت گسترده در استخرهای بزرگ خاکی نتایج قابل قبولی را در کنار بهره‌برداری آن از محیط‌های طبیعی به همراه داشت (Lavens and Sorgeloos, 2001; Zmora *et al.*, 2002). امروزه، با افزایش تقاضا برای آرتمیا و محدودیت‌های بهره‌برداری از منابع طبیعی (به علت تغییرات آب و هوایی)، کاهش شدیدی در دسترسی به سیست آرتمیا رخ داده که نهایتاً افزایش شدید قیمت سیست را به همراه داشته است (Lavens and Sorgeloos, 2001). به همین علت، روش‌های تولید متراکم آرتمیا در مقیاس کوچک (تانک‌ها) و محیط‌های سربسته (به خصوص سیستم مداربسته) پیشرفت‌های زیادی کرده‌اند (Zmora and Shpigel, 2006). به این ترتیب، تأمین منابع غذایی مناسب و ارزان‌قیمت یکی از جنبه‌های مهم در پرورش آرتمیا به شمار می‌رود. آرتمیا از نظر تغذیه‌ای یک فیلترکنندهٔ دائمی و غیرانتخابی است و در زیستگاه‌های طبیعی خود از ریزجلبک‌های تک‌سلولی، ذرات ریز گیاهی و باکتری‌های موجود در آب تغذیه می‌کند (Lavens and Sorgeloos, 1996)؛ به همین علت، در شرایط پرورشی می‌توان انواع ریزجلبک‌ها مانند *Dunaliella*، *Isochrysis*، *Tetraselmis* و *Chaetoceros* یا جلبک‌های خشک‌شده مانند *Spirulina* و *Scenedesmus* را برای تغذیهٔ آرتمیا استفاده کرد (Zmora *et al.*, 2002). با وجود این، به علت پرهزینه‌بودن تولید انبوه جلبک‌ها و مخاطرات امکان انتقال عوامل بیماری‌زا به درون سیستم‌های پرورشی، استفاده از غذاهای جانشین مانند مخمر نانوایی، باکتری‌ها، سبوس عمل‌آوری‌شدهٔ برنج، گندم و ذرت همچنین، پروتئین سویا، سروفیل، لاکتوسرم و نستوم برای تغذیهٔ آرتمیا متداول شده است (Lavens and Sorgeloos, 1996; Peter *et al.*, 1990; Naegel, 1999; Zmora *et al.*, 2002; Zmora and Shpigel, 2006).

مخمرها از دستهٔ قارچ‌های تک‌سلولی‌اند که به علت قطر سلولی مناسب (کمتر از ۲۰ میکرون)، ترکیب و ارزش غذایی مطلوب (منبعی مناسب از پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، نوکلئوتیدها و پلی‌ساکاریدها)، داشتن دیوارهٔ مقاوم سلولی و نشت‌نکردن مواد آلی محلول از آنها در محیط پرورش، تهیهٔ آسان و قیمت مناسب کاربرد روزافزونی در پرورش آبزیان خصوصاً آرتمیا یافته‌اند (James and Makkeya, 1981; Sajeevan *et al.*, 2006). با این حال، در مطالعات مختلف اشاره شد که همهٔ گونه‌های آرتمیا عکس‌العمل‌های یکسانی در استفاده و هضم مخمرها از خود نشان نمی‌دهند (Marques *et al.*, 2004; Asanka Gunasekara *et al.*, 2012). مانوپروتئین (*Mannoprotein*) موجود در لایهٔ خارجی دیوارهٔ سلولی مخمرها احتمالاً مانع اصلی هضم آن در آرتمیا محسوب می‌شود و به همین علت ارزش غذایی مخمرها با ازبین‌بردن این لایهٔ بهبود خواهد یافت (Marques *et al.*, 2004; Asanka Gunasekara *et al.*, 2012). به منظور حذف کامل دیوارهٔ سلولی مخمرها

از روش‌های مختلف (آنزیم‌ها و مواد شیمیایی) استفاده می‌شود، ولی کاربرد مخلوط جلبک و مخمر هم می‌تواند به‌منزلهٔ یکی دیگر از روش‌های افزایش میزان آسیمیلاسیون و بهبود نرخ رشد آرتمیا به کار رود (Johnson, 1980; Lavens and Sorgeloos, 1996). در سال‌های اخیر، استفاده از نوعی مخمر تک‌سلولی غنی‌شده، با نام تجاری *Lansy PZ*، در پرورش آرتمیا به‌کرات مطرح شده است، ولی به علت مشکلات موجود (بالابودن قیمت و تجاری‌نکردن تکنیک ساخت) موانع فراوانی در تحقیقات آزمایشگاهی، برای استفاده از این نوع مخمر در تغذیهٔ آرتمیا، ایجاد شده است. با توجه به نکات مذکور به نظر می‌رسد که امکان استفاده از برخی مخمرهای صنعتی مانند مخمر نانوایی (*S. cerevisiae*) به جای مخمر *Lansy PZ* در پرورش آرتمیا وجود داشته باشد. بنابراین، هدف اصلی مطالعهٔ حاضر امکان جانشینی مخمرهای صنعتی (انواع مخمر تیمارشده و غنی‌شده) به جای مخمر *Lansy PZ*، با تأکید بر شاخصه‌های رشد و بازماندگی در دو گونهٔ مهم و تجاری آرتمیا (*A. urmiana* و *A. franciscana*)، است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. تهیهٔ مخمر *Lansy PZ* و مخمر صنعتی *S. cerevisiae*

مخمر *Lansy PZ* از شرکت INVE Technologies, Baasrode, Belgium تهیه شد. این مخمر یکی از غذاهای مهم در مرحلهٔ لاروی میگو است و برای پرورش آرتمیا هم غذایی مطلوب به شمار می‌رود. قیمت یک جعبه با ۱۲ قوطی نیم کیلویی از مخمر *Lansy PZ* در بازارهای جهانی حدود ۶۰۰-۷۰۰ دلار است (Miami Aquaculture, Inc., 2011). برای انتخاب مخمر صنعتی، از یک نوع مخمر نانوایی صنعتی شرکت خمیرمایهٔ خوزستان استفاده شد.

۲.۲. بیومتری، تعیین رطوبت و میزان خاکستر مخمرها

برای بیومتری مخمرها، قطر ۵۰ عدد مخمر از مخمرهای تولید شرکت خوزستان و مخمر *Lansy PZ* با میکروسکوپ با عدسی مدرج به طور تصادفی اندازه‌گیری شد. مقدار رطوبت و وزن خشک مخمرهای به‌کار رفته در مطالعهٔ حاضر بر اساس روش (James, 1376) اندازه‌گیری شد.

۳.۲. غنی‌سازی مخمر *S. cerevisiae* با اسیدهای چرب غیراشباعی بلندزنجیره (Highly Unsaturated Fatty Acids)

با توجه به اینکه مخمر صنعتی مورد استفاده در این آزمایش از نوع غنی‌نشده بود، و از نظر ارزش غذایی در سطح پایین‌تری نسبت به مخمر *Lansy PZ* قرار داشت، بنابراین، مخمر نانوایی در فرایند غنی‌سازی با اسیدهای چرب به منظور افزایش اسیدهای چرب HUFA وارد شد. برای این منظور مواد مختلف شامل گلوکز (۳۵ گرم)، عصارهٔ استخراجی مخمر (۱۴ گرم)، اسیدهای چرب نوع HUFA (۲۱ گرم) و K_2HPO_4 (۷ گرم) در یک ارلن با میزان ۷۰۰ میلی‌لیتر آب اضافه کاملاً با یکدیگر مخلوط شدند. pH این مخلوط با استفاده از اسید استیک به حد ۶ رسانده شد و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد اتوکلاو شد. سپس، یک گرم مخمر نانوایی (*S. cerevisiae*) به آن اضافه شد و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۶ درجهٔ سانتی‌گراد در شیکر قرار

گرفتند. در مرحلهٔ بعد، کل مخلوط در حد ۳۵۰۰ دور و بـه مـدت ۱۰ دقیقـه سـانتریفیوژ شـد و مخمـر باقی‌مانده در دو مرحله با سرم فیزیولوژی شست‌وشو و تا زمان غذادهی در دمـای ۲۰- درجـهٔ سـانتی‌گـراد نگهداری شد (Yamada and Sgarbieri, 2005).

۴.۲. حـذف لایـهٔ مـانوپروتئین مخمـر *S. cerevisiae*

طبق پروتکل در یک ارلـن بـه میـزان ۰/۲ مـول بـافر تریس با pH معادل ۸، ۰/۰۵ مول Na_2EDTA، مقـادیر ۱۰ سی‌سی آب و ۱۰۰ میلی‌گرم مخمر صنعتی ریخته شـد و بـه میـزان حجـم ۲ درصـد مرکاپتواتـانول بـه محلول اضافه شد و به مـدت ۳۰ دقیقـه در دمـای ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد در انکوباتور قـرار گرفـت. محلـول مورد نظر در حـد ۳۵۰۰ دور در دقیقـه بـه مـدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد؛ سپس، در دو مرحله با محلـولی از ۰/۰۶ مول کلرید پتاسـیم، ۰/۰۸ مـول هیپوفسـفات پتاسیم و ۰/۰۱۶ مـول سـیترات سـدیم همـراه بـا ۱۰ سی‌سـی آب مقطـر در حـد ۳۵۰۰ دور در دقیقـه بـه مدت ۵ دقیقـه مجـدداً سـانتریفیوژ شـد. بعـد از ایـن مرحله مخمر باقی‌مانده در سه مرحله بـا آب اتـوکلاو ۳۰ در هزار و در حد ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مـدت ۵ دقیقه شست‌وشو و نهایتاً مقدار مخمر به‌دست‌آمده در فریزر ۲۰- درجهٔ سانتی‌گـراد بـرای غـذادهی آرتمیـا نگهداری شد (Marques *et al.*, 2004).

۵.۲. کشت جلبک Dunaliella tertiolecta

استوک خالص جلبک تـک‌سـلولی *D. tertiolecta* در شـدت نـور حـدود ۲۰۰۰ لـوکس و دمـای اتـاق (در حدود ۲±۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد) نگهداری شـد. بـرای کشت جلبک ابتـدا میـزان لازم از آب دریاچـه فیلتـر سپس، با اتوکلاو استریل شد. میزان شوری آب بعد از خنک‌شدن آن با استفاده از آب مقطر به شـوری بهینـه برای کشت این جلبک (شوری ۳۰ در هزار) رسـید و برای کشت انبوه هم از محیط کشـت Walne اسـتفاده شـد (Sorgeloos *et al.*, 1986). جلبـک‌هـا بـا لام هماسیتومتر شمارش شدند. بعد از رسیدن جلبـک‌هـا به فاز تصاعدی رشـد خـود، عمـل هـوادهی قطـع و جلبک‌های موجود در ظـروف ۱/۵ لیتـری بـا کمـک سـانتریفیوژ و روش سـردکردن محـیط پـرورش (بـا کمـک یخچـال و بـه مـدت ۲۴-۴۸ سـاعت) تغلـیظ شدند. بعد از رسوب، لایهٔ کم‌رنگ بالایی دور ریختـه شد و مایع لایهٔ غلیظ پـایینی برداشـته و بـرای تغذیـهٔ آرتمیا استفاده شد (ibid).

۶.۲. پرورش، غذادهی و کنترل شوری طی دورهٔ کشت آرتمیا

سیست‌های *A. urmiana* و *A. franciscana* از بانـک سیست پژوهشکدهٔ آرتمیای ارومیه تهیه و در شـرایط بهینـه (شـوری ۳۵ گـرم در لیتـر، شـدت نـور ۲۵۰۰ لوکس، دمـای ۱±۲۷ درجـهٔ سـانتی‌گـراد و pH=۸/۱ همـراه بـا هـوادهی کـافی) بـر اسـاس روش Van Stappen (1996) تخـم‌گشـایی شـدند. بعـد از ۲۴ ساعت، ناپلیوس‌های Instar I از آنها خـارج و بعـد از شمارش به کمک پیپت پاستور با تراکم ۵۰۰ عـدد در لیتر در درون ظروف پرورشی ۱/۵ لیتـری (بـا حجـم مفید یک لیتر) در تیمارهای مختلـف آزمایشـی قـرار گرفتند (چهار تکـرار بـرای هـر تیمـار). آب دریاچـهٔ ارومیه قبلاً با افزودن آب مقطر به شوری ۸۰ گـرم در لیتر رسانده شده بود و همهٔ ظروف پرورشی در درون آکواریوم‌های با دمای ثابت (۱±۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد) قرار گرفتند. هر یک از ظروف پرورشی با یک پیپـت پلاستیکی و لوله‌های هوادهی متصل به پمپ مرکـزی

هوادهی شدند. به منظور ممانعت از تبخیر آب، هر یک از ظروف مذکور با پتری دیش‌های پلاستیکی که دارای دو سوراخ بودند (یکی برای هوادهی و یکی برای غذادهی) پوشانده شدند (Van Stappen, 1996).

در این تحقیق، به منظور یافتن غذایی مناسب با قابلیت جانشینی با مخمر *Lansy PZ*، ۶ تیمار مختلف تغذیه‌ای بر اساس جدول زیر در نظر گرفته شدند.

جدول ۱. تیمارهای تغذیه‌ای به‌کار رفته طی دورهٔ پرورش برای دو گونهٔ آرتمیای ارومیه و آرتمیای امریکا

تیمارهای تغذیه‌ای	نوع جلبک تغذیه‌شده	نوع مخمر تغذیه‌شده
۱	*Dunaliella tertiolecta*	*Lansy PZ* (تیمار شاهد)
۲	*D. tertiolecta*	مخمر غنی‌شده
۳	*D. tertiolecta*	مخمر غنی‌شده بدون لایهٔ مانوپروتئین
۴	*D. tertiolecta*	مخمر بدون لایهٔ مانوپروتئین (مخمر تیمارشده)
۵	-	مخمر سادهٔ ۱۰۰ درصد جیرهٔ غذایی
۶	*D. tertiolecta*	مخمر سادهٔ ۵۰ درصد جیرهٔ غذایی

عمل غذادهی، از ۲۴ ساعت بعد از تخم‌گشایی، بر اساس جدول غذادهی (جدول ۲) برای تعداد ۵۰۰ عدد ناپلیوس آرتمیا محاسبه شد و به صورت روزانه (Coutteau *et al.*, 1992). تراکم آرتمیا در شروع آزمایش یک انجام گرفت (Coutteau *et al.*, 1992). در همهٔ روز هشتم به یک آرتمیای نوجوان به ازای هر ۳ میلی‌لیتر و در روز چهاردهم و بعد از آن به یک آرتمیا به ازای هر ۴ میلی‌لیتر کاهش یافت (Coutteau *et al.*, 1992).

شوری ظروف پرورش، هر روز یک بار، با شوری‌سنج چشمی و pH آن با pHمتر اندازه‌گیری شد (Coutteau *et al.*, 1992). تراکم آرتمیا در شروع آزمایش یک ناپلیوس در هر ۲ میلی‌لیتر از آب بود که این مقدار در تیمارهای غذایی (به غیر از تیمار ۵)، نیمی از جیرهٔ غذایی به صورت مشترک و واحد از جلبک تک‌سلولی *D. tertiolecta* با تراکم ۱۸×۱۰^{۶} سلول به ازای هر میلی‌لیتر تأمین شد (Coutteau *et al.*, 1992).

جدول ۲. میزان غذادهی به ازای هر آرتمیا در مراحل مختلف رشدی طی دورهٔ پرورش بر اساس استاندارد (Coutteau *et al.*, 1992)

روز پرورش	*D. tertiolecta*	*Lansy PZ* و یا مخمر نانوایی	حجم محیط کشت (میلی‌لیتر)
۱	۰/۰۰۲۰۹	۰/۰۰۲۰۹	۲
۲،۳،۴	۰/۰۰۴۱۳	۰/۰۰۴۱۳	۲
۵،۶	۰/۰۰۶۲۵	۰/۰۰۶۲۵	۲
۷	۰/۰۰۸۲۶	۰/۰۰۸۲۶	۲
۸	۰/۰۱۰۶۰	۰/۰۱۰۶۰	۲
۹	۰/۰۱۷۰۰	۰/۰۱۷۰۰	۳
۱۰،۱۱	۰/۰۲۰۰۰	۰/۰۲۰۰۰	۳
۱۲،۱۳	۰/۰۲۵۰۰	۰/۰۲۵۰۰	۳
۱۴،۱۵	۰/۰۳۰۰۰	۰/۰۳۰۰۰	۴
۱۶،۱۷	۰/۰۳۵۰۰	۰/۰۳۵۰۰	۴
۱۹،۱۸	۰/۰۴۲۵۰	۰/۰۴۲۵۰	۴
۲۰ و بعد	۰/۰۵۰۰۰	۰/۰۵۰۰۰	۴

۷.۲. تعیین میزان رشد (بیومتری) در *A. urmiana* و *A. franciscana* با تغذیه از جیره‌های غذایی مخمری

وضعیت رشد طولی (اندازهٔ بدن) آرتمیا با نمونه‌برداری تصادفی (در ۴ تکرار) از تیمارهای مختلف در روزهای ۳، ۷، ۱۱ و ۱۵ام دورهٔ پرورش انجام شد. نمونه‌های برداشت‌شده با افزودن چند قطره لوگل تثبیت شدند و با استفاده از یک استریومیکروسکوپ مجهز به لولهٔ رسم نخست، اندازهٔ طولی آنها ترسیم سپس، اندازهٔ بدن آنها مشخص شد. میزان رشد دقیق آنها نیز با کمک یک دستگاه دیجیتایزر کامپیوتری (Digitizer) بر حسب میکرومتر یا میلی‌متر تعیین شد. شایان ذکر است که طول بدن آرتمیاها در روز سوم با میکروسکوپ مجهز به میکرومتر چشمی اندازه‌گیری شد (Sorgeloos, 1997).

۸.۲. تعیین میزان بازماندگی در *A. urmiana* و *A. franciscana* با تغذیه از جیره‌های غذایی مخمری

میزان بازماندگی آرتمیا (بر حسب درصد) در روزهای ۳، ۷، ۱۱ و ۱۵ام دورهٔ پرورش تعیین شد. بدین منظور، آرتمیاهای نمونه‌برداری‌شده از هر تیمار، با استفاده از تورهای میکرونی مناسب، جمع‌آوری و با قطره‌چکان مخصوص و شمارشگر شمارش شدند. تعداد آرتمیاهای باقی‌مانده نسبت به آرتمیاهای اولیه محاسبه شدند و نهایتاً میزان بازماندگی آنها تعیین شد (ibid).

۹.۲. آنالیز آماری

داده‌های حاصله با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف نرمال‌سازی و با آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل شدند. برای مقایسهٔ میانگین داده‌های حاصل از اجرای تیمارهای آزمایشی نیز از آزمون چنددامنهٔ دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده شد. داده‌های حاصله با استفاده از نرم‌افزار SPSS آنالیز و نمودارهای مورد نیاز با بستهٔ نرم‌افزاری EXCEL ترسیم شدند.

۳. نتایج

۱.۳. کنترل کیفی مخمر صنعتی

بررسی میزان وزن خشک و تر بیوماس مخمرهای به‌کاررفته در مطالعهٔ حاضر نشان داد که مخمر نانوایی تولیدی شرکت خوزستان دارای وزن خشک نسبتاً بیشتری نسبت به مخمر لنسی بود. میزان خاکستر مخمر لنسی بیشتر و مخمر خوزستان کمتر بود. همچنین، اندازهٔ مخمر خوزستان کمی بیشتر از مخمر لنسی بود (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسهٔ درصد وزن خشک و تر، میزان خاکستر و اندازهٔ مخمر نانوایی شرکت خوزستان و مخمر *Lansy PZ*

	مخمر نانوایی خوزستان	مخمر *Lansy PZ*
اندازه (میکرون)	۵/۶۵±۰/۲۱	۳/۵۸±۰/۵۲
وزن خشک (درصد)	۹۸	۹۵/۹۳
وزن تر (درصد)	۲	۴/۰۶
میزان خاکستر (درصد)	۵	۹

نشریهٔ شیلات، مجلهٔ منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۲، از صفحهٔ ۳۱۷ تا ۳۳۰

۲.۳. تأثیر تیمارهای مختلف تغذیه‌ای در میزان رشد و درصد بازماندگی *A. urmiana*

وضعیت رشدی آرتمیا ارومیانا نشان داد که در روز سوم آرتمیای غذادهی‌شده با مخمرهای تیمارشده و غنی‌شده بیشترین رشد و آرتمیای غذادهی‌شده با مخمر غنی‌شده بدون لایهٔ مانوپروتئین کمترین میزان رشد را دارند و نسبت به هم اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (P<0.05). در روز هفتم، آرتمیای غذادهی‌شده با مخمر غنی‌شده و مخمر تیمارشده بیشترین رشد و آرتمیای غذادهی‌شده با مخمر سادهٔ ۵۰ درصد جیرهٔ غذایی کمترین رشد را داشتند و اختلاف معنی‌داری را نسبت به هم نشان دادند (P<0.05). در روز یازدهم، مانند روز هفتم، آرتمیای غذادهی‌شده با مخمر غنی‌شده و مخمر تیمارشده بیشترین رشد و آرتمیای غذادهی‌شده با مخمر سادهٔ ۵۰ درصد جیرهٔ غذایی کمترین رشد را داشتند. همچنین، اختلاف معناداری بین مخمر سادهٔ ۱۰۰ درصد جیرهٔ غذایی و مخمر سادهٔ ۵۰ درصد جیرهٔ غذایی با سایر گروه‌ها مشاهده شد (P<0.05). در روز پانزدهم، بیشترین رشد در مخمر لنسی و کمترین رشد در مخمر سادهٔ ۵۰ درصد جیرهٔ غذایی مشاهده شد. همچنین، اختلاف معناداری بین مخمر لنسی، مخمر سادهٔ ۱۰۰ درصد جیرهٔ غذایی و مخمر سادهٔ ۵۰ درصد جیرهٔ غذایی مشاهده شد (P<0.05) (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسهٔ میزان رشد (میلی‌متر) در *A. urmiana* طی روزهای پرورش با جیره‌های مختلف مخمری

روز / نوع جیرهٔ غذایی	روز سوم	روز هفتم	روز یازدهم	روز پانزدهم
مخمر لنسی (تیمار کنترل)	۱/۵۲±۰/۱۵ c	۳/۴۴±۰/۷۲ b	۵/۵۷±۱/۱۲ c	۹/۰۹±۱/۲۶ d
مخمر غنی‌شده با HUFA	۱/۶۹±۰/۱۵ d	۴/۰۴±۰/۷۹ c	۶/۴۸±۰/۹۵ d	۸/۲۴±۱/۰۵ c
مخمر غنی‌شده بدون لایهٔ مانوپروتئین	۱/۱۴±۰/۰۹ a	۲/۴۴±۰/۵۰ a	۵/۴۸±۰/۹۸ c	۷/۸۴±۱/۱۳ bc
مخمر بدون لایهٔ مانوپروتئین (تیمارشده)	۱/۷۰±۰/۱۶ d	۴/۰۴±۰/۶۶ c	۶/۴۰±۰/۶۴ d	۷/۶۷±۱/۱۹ c
مخمر ساده (۱۰۰ درصد در جیرهٔ غذایی)	۱/۴۲±۰/۱۲ b	۲/۶۵±۰/۶۰ a	۴/۸۹±۰/۸۹ b	۷/۲۲±۱/۱۶ b
مخمر ساده (۵۰ درصد از جیرهٔ غذایی)	۱/۳۹±۰/۱۵ b	۲/۳۴±۰/۴۲ a	۴/۲۸±۰/۸۹ a	۵/۹۸±۱/۰۸ a

* اعداد در یک ستون با حروف لاتین یکسان فاقد اختلاف آماری‌اند (P>0.05).

وضعیت میزان بازماندگی (بر حسب درصد) در آرتمیا ارومیانا نشان داد که در روز سوم آرتمیای غذادهی‌شده با مخمر غنی‌شده بدون لایهٔ مانوپروتئین بیشترین بازماندگی و آرتمیای غذادهی‌شده با مخمر لنسی کمترین بازماندگی را همراه با اختلافات معنی‌دار نشان دادند (P<0.05). چنین اختلاف معناداری در روز سوم در میان ۴ نوع مخمر دیگر مشاهده نشد (P>0.05). در روز هفتم، آرتمیای غذادهی‌شده با مخمر تیمارشده بیشترین بازماندگی و آرتمیای غذادهی‌شده با مخمر غنی‌شده کمترین بازماندگی را داشت؛ در حالی که، بین مخمر تیمارشده با سایر مخمرها اختلاف معناداری مشاهده شد (P<0.05). در روز یازدهم، مانند روز هفتم، آرتمیای غذادهی‌شده با مخمر تیمارشده بیشترین بازماندگی و آرتمیای غذادهی‌شده با مخمر غنی‌شده کمترین بازماندگی را داشتند. نهایتاً بیشترین بازماندگی در روز پانزدهم در مخمر تیمارشده و کمترین آن در مخمر سادهٔ ۱۰۰ درصد جیرهٔ غذایی دیده شد (جدول ۵).

جدول ۵. مقایسهٔ میزان بازماندگی (درصد) *A. urmiana* طی روزهای پرورش با جیره‌های مختلف مخمری

روز نوع جیرهٔ غذایی	روز سوم	روز هفتم	روز یازدهم	روز پانزدهم
مخمر لنسی (تیمار کنترل)	۸۱/۴۵±۵/۴۹ a	۷۳/۰۵±۸/۳۰ a	۶۴/۹۵±۹/۰۰ ab	۶۰/۷۰±۹/۱۹ ab
مخمر غنی‌شده با HUFA	۸۸/۸۰± ۷/۱۲ ab	۶۳/۹۰±۱۱/۴۱ a	۵۷/۶۰±۱۳/۱۲ a	۵۳/۲۷±۱۰/۳۲ a
مخمر غنی‌شده بدون لایهٔ مانوپروتئین	۹۱/۷۰±۲/۷۸ b	۷۶/۵۰±۳/۰۰ ab	۶۷/۸۵±۳/۳۶ ab	۶۲/۱۳±۳/۳۵ ab
مخمر بدون لایهٔ مانوپروتئین (تیمارشده)	۹۰/۹۵±۴/۶۷ ab	۸۷/۶۰±۲/۱۶ b	۷۸/۶۰±۷/۶۳ b	۷۳/۲۰±۸/۸۰ b
مخمر ساده (۱۰۰ درصد در جیرهٔ غذایی)	۸۲/۵۰±۸/۵۰ ab	۷۱/۷۰±۶/۱۵ a	۶۳/۹۳±۱۰/۳۰ ab	۵۱/۰۷±۱۹/۲۲ a
مخمر ساده (۵۰ درصد از جیرهٔ غذایی)	۸۲/۲۵±۵/۵۲ ab	۶۶/۴۵±۱۰/۹۱ a	۵۹/۶۳±۹/۹۳ a	۵۳/۴۰±۶/۹۰ a

* اعداد در یک ستون با حروف لاتین یکسان فاقد اختلاف آماری‌اند (P>0.05).

۳.۳. تأثیر تیمارهای مختلف تغذیه‌ای در میزان رشد و درصد بازماندگی *A. franciscana*

وضعیت میزان رشد در آرتمیای امریکا نشان داد که بیشترین و کمترین میزان رشد در روز سوم به ترتیب در آرتمیاهای غذادهی‌شده با مخمر لنسی و مخمر غنی‌شده بدون لایهٔ مانوپروتئین همراه با اختلافات معنادار بین این دو گروه دیده شد (P<0.05)؛ در حالی که، اختلاف معناداری بین آرتمیاهای غذادهی‌شده با مخمر تیمارشده، مخمر سادهٔ ۱۰۰ درصد جیرهٔ غذایی و مخمر سادهٔ ۵۰ درصد جیرهٔ غذایی دیده نشد (P>0.05). بیشترین و کمترین میزان رشد در روزهای هفتم، یازدهم و پانزدهم به ترتیب با مخمر لنسی و مخمر سادهٔ ۵۰ درصد جیرهٔ غذایی به دست آمد (جدول ۶).

جدول ۶. مقایسهٔ میزان رشد (میلی‌متر) *A. franciscana* طی روزهای پرورش با جیره‌های مختلف مخمری

روز نوع جیرهٔ غذایی	روز سوم	روز هفتم	روز یازدهم	روز پانزدهم
مخمر لنسی (تیمار کنترل)	۱/۸۹±۰/۱۷ c	d۰/۵۴±۴/۷۳	۶/۲۳±۰/۸۵ c	۷/۵۲±۱/۰۸ d
مخمر غنی‌شده با HUFA	۱/۸۲±۰/۲۵ bc	c۰/۷۱±۳/۶۹	۵/۱۲±۰/۶۰ b	۶/۷۹±۰/۷۵ c
مخمر غنی‌شده بدون لایهٔ مانوپروتئین	۱/۳۷±۰/۱۰ a	b۰/۵۰±۳/۳۳	۴/۹۹±۰/۸۹ b	۶/۵۴±۱/۱۲ bc
مخمر بدون لایهٔ مانوپروتئین (تیمارشده)	۱/۷۳±۰/۱۵ b	c۰/۸۱±۳/۷۴	۵/۶۵±۰/۵۹ d	۶/۲۱±۰/۷۵ ab
مخمر ساده (۱۰۰ درصد در جیرهٔ غذایی)	۱/۷۸±۰/۱۳ b	b ۰/۵۱±۳/۱۱	۴/۸۵±۰/۷۶ b	۶/۳۰±۰/۸۹ abc
مخمر ساده (۵۰ درصد از جیرهٔ غذایی)	۱/۷۲±۰/۱۴ b	a۰/۴۸±۲/۷۱	۴/۲۷±۰/۷۷ a	۵/۸۳±۰/۹۴ a

* اعداد در ستون با حروف لاتین یکسان فاقد اختلاف آماری‌اند (P>0.05).

وضعیت میزان بازماندگی (بر حسب درصد) در آرتمیای امریکا نشان داد که بیشترین و کمترین میزان بازماندگی در روز سوم در آرتمیاهای غذادهی‌شده با مخمر سادهٔ ۱۰۰ درصد جیرهٔ غذایی و مخمر غنی‌شده دیده شد، اما اختلاف معناداری در بین گروه‌ها مشاهده نشد (P>0.05). روند نسبتاً مشابهی در روزهای هفتم و یازدهم پرورش مشاهده شد. با وجود این، در روز پانزدهم نتایج کاملاً

متفاوتی آشکار شد؛ به طوری که، بیشترین و کمترین میزان بازماندگی به ترتیب در آرتمیای غذادهی‌شده با مخمر تیمارشده و مخمر غنی‌شده بدون لایهٔ مانوپروتئین همراه با اختلافات معناداری دیده شد (P<0.05)، ولی در بین سایر گروه‌ها اختلاف معناداری مشاهده نشد (P>0.05) (جدول ۷).

جدول ۷. مقایسهٔ میزان بازماندگی (درصد) *A. franciscana* طی روزهای پرورش با جیره‌های مختلف مخمری

روز نوع جیرهٔ غذایی	روز سوم	روز هفتم	روز یازدهم	روز پانزدهم
مخمر لنسی (تیمار کنترل)	۹۱/۸۰±۶/۶۱ a	۸۳/۳۳±۹/۸۶ ab	۷۸/۶۷±۱۱/۵۱ ab	۷۲/۰۷±۹/۷۶ ab
مخمر غنی‌شده با HUFA	۸۷/۷۳±۱۲/۱۰ a	۷۷/۲۰±۱۳/۳۶ a	۶۵/۴۷±۱۹/۸۹ a	۵۲/۷۳±۱۳/۹۲ ab
مخمر غنی‌شده بدون لایهٔ مانوپروتئین	۸۸/۹۰±۳/۱۲ a	۷۷/۵۳±۲/۹۳ a	۷۲/۴۷±۲/۸۱ ab	۴۴/۴۰±۴/۷۲ a
مخمر بدون لایهٔ مانوپروتئین (تیمارشده)	۹۴/۰۰±۳/۶۵ a	۸۱/۸۷±۵/۷۵ ab	۷۹/۱۰±۶/۳۷ ab	۷۵/۸۰±۷/۰۷ b
مخمر ساده (۱۰۰ درصد در جیرهٔ غذایی)	۹۵/۶۵±۱/۳۲ a	۹۲/۱۵±۲/۹۱ b	۹۰/۸۶±۳/۲۱ b	۶۶/۸۷±۲۰/۴۷ ab
مخمر ساده (۵۰ درصد از جیرهٔ غذایی)	۹۴/۳۵±۲/۲۹ a	۹۰/۲۵±۱/۸۱ b	۷۸/۹۰±۹/۱۳ ab	۵۰/۸۷±۲۳/۰۸ ab

* اعداد در ستون با حروف لاتین یکسان فاقد اختلاف آماری‌اند (P>0.05).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از مخمر نانوایی (به سبب پروتئین مناسب و برخی از ویتامین‌های گروه B) در کنار دیگر محصولات مخمری نتایج مطلوبی را در مطالعات آبزی‌پروری، ژنتیکی و مرفولوژیکی به همراه داشته است (James and Makkeya, 1981; Robin *et al.*, 1987; Greco *et al.*, 2002; Marques *et al.*, 2005). برای مثال، مطالعهٔ Blancorubjo در سال ۱۹۸۷ روی تغذیهٔ ۵۱ گونه آبزی نشان داد که مخمر (*Candida* Torula *utilis*) می‌تواند غذای مناسبی برای پرورش آرتمیا باشد.

در مطالعهٔ James و همکاران، در سال ۱۹۸۷، نیز استفاده از این مخمر در کشت‌های آرتمیا به شیوهٔ Batch culture در حجم‌های ۱۰ متر مکعبی و بدون تعویض آب با نتایج قابل قبولی همراه بود که علت احتمالی آن به شکوفایی جوامع باکتریایی در این کشت‌ها نسبت داده شد، زیرا این جوامع خود می‌توانند به‌منزلهٔ یک منبع مکمل غذایی برای آرتمیا محسوب شوند. با وجود این، در اکثر مطالعات قبلی مشخص شد که یک رژیم غذایی به تنهایی شامل مخمر نانوایی منجر به کسب نتایج نسبتاً ضعیفی در پرورش آرتمیا می‌شود (Coutteau *et al.*, 1992; Marques *et al.*, 2005; Asanka Gunasekara *et al.*, 2012).

نتایج میزان رشد در هر دو گونه آرتمیای ارومیه و امریکا در مطالعهٔ حاضر نشان داد که مخمر نانوایی ساده با درصد جانشینی ۵۰ و ۱۰۰ درصدی نمی‌تواند جانشین مناسبی برای مخمر *Lansy PZ* در تغذیهٔ آرتمیا باشد. همچنین، استفاده از مخمر سادهٔ ۱۰۰ درصد جیرهٔ غذایی تأثیر ضعیفی در میزان رشد و بازماندگی هر دو گونه آرتمیا داشت.

از این نظر یافته‌های تحقیق حاضر با مطالعات Coutteau و همکاران (۱۹۹۲) و Marques و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد. مطالعهٔ ترکیب اسیدهای آمینهٔ مخمر نانوایی (*S. cerevisiae*) نشان داد که به‌رغم وجود تمامی اسیدهای آمینهٔ ضروری در آن، مقادیر برخی از این اسیدهای آمینه مانند

متیونین، سیستئین و تریپتوفان در آن ناچیز است (Watanabe *et al.*, 1983; Yamada and Sgarbieri, 2005). همچنین، مخمر نانوایی فاقد یا دارای مقادیر جزئی از کاروتن‌ها، ویتامین C و ویتامین B_{12} است (Watanabe *et al.*, 1983).

بنابراین، با توجه به نامطلوبی نتایج در تغذیهٔ آرتمیا با مخمر به تنهایی، تحقیقات دامنه‌داری دربارهٔ استفاده از جلبک‌ها در کنار مخمرها یا غنی‌سازی و دست‌کاری‌های لازمه روی مخمرها انجام شده است و به نظر می‌رسد که می‌بایست روش‌های مختلف غنی‌سازی با اسیدهای چرب یا حذف لایهٔ مانوپروتئین را به‌منزلهٔ بهترین راهکارها در استفاده از مخمر نانوایی در تغذیهٔ آرتمیا پذیرفت (Coutteau *et al.*, 1992; Marques *et al.*, 2005; Asanka Gunasekara *et al.*, 2012). میزان رشد در هر دو گونه آرتمیای مطالعهٔ حاضر نشان داد که مخمر *Lansy PZ* بیشترین رشد را در روز پانزدهم پرورش دارد، ولی چنین نتایجی در مورد درصد بازماندگی در هر دو گونه دیده نشد.

از طرف دیگر، گونهٔ *A. urmiana* رشد سریع‌تری نسبت به *A. franciscana* داشت. با حذف لایهٔ مانوپروتئین مخمر نانوایی، میزان بازماندگی در هر دو گونه آرتمیا (۷۳/۲–۷۵/۸ درصد) بالاتر از مخمر *Lansy PZ* (۶۰/۷۰–۷۲/۰۷ درصد) است که با نتایج Coutteau و همکاران (۱۹۹۰) و Coutteau و همکاران (۱۹۹۲) مبنی بر بهبود قابلیت تغذیه‌ای آرتمیا در صورت حذف لایهٔ مانوپروتئینی مطابقت دارد.

در همین ارتباط Coutteau و همکاران (۱۹۹۰) نشان دادند که بدون حذف لایهٔ مانوپروتئین در مخمر نانوایی، رشد و بازماندگی ضعیفی در آرتمیا ایجاد شد که علت احتمالی آن را به غیر قابل هضم‌بودن دیوارهٔ سلولی مخمر نسبت دادند. Marques و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که قابلیت هضم مخمر مسلماً به طور مثبتی در ارتباط با سطح بالای کیتین و بتاگلوکان بود، ولی چنین ارتباطی دربارهٔ سطح بالای مانوپروتئین‌های موجود در دیوارهٔ سلولی مخمر دیده نشد. نتایج این محققان نشان داد مخمرهایی که در دیوارهٔ سلولی خود محتوای کمی از مانوپروتئین دارند، همواره موجب رشد مناسب و بازماندگی بهینه در آرتمیا می‌شوند. در تحقیق حاضر دیده شد که غنی‌سازی مخمر با اسیدهای چرب یا حذف لایهٔ پروتئینی مخمر غنی‌شده سبب هضم بهتر آن شد که نهایتاً رشد و بازماندگی قابل قبول‌تری در آرتمیا در مقایسه با مخمرهای ساده و بعضاً مخمر *Lansy PZ* ایجاد کرد.

استفادهٔ توأم از انواع مخمرها با جلبک‌ها از روش‌های دیگری است که به رشد جمعیتی بیشتر و توان تولید مثلی بالاتری در برخی از غذاهای زنده، مانند روتیفرها، منجر می‌شود (Hirayama and Funamot, 1983). مطالعات نشان دادند که مخمر نانوایی بدون هیچ مکملی اثر تغذیه‌ای کمی بر رشد روتیفر (*Brachiomus plicatilis*) داشت، ولی افزودن روغن و ویتامین B_{12} به محیط کشت مخمر باعث افزایش رشد در همین گونه از روتیفر شد (ibid). استفاده از مخمر خمیری از نوع (*Rhodotorula* sp.)، به‌منزلهٔ یک مکمل در کنار کلرلا (*Chlorella* sp.)، برای تولید انبوه روتیفرها پیشنهاد شد (Hirayama and Watanabe, 1972).

James و همکاران، در سال ۱۹۸۷، افزایش به‌مراتب بالاتری از تراکم و سرعت تولید مثلی روتیفر *Brachionus plicatilis* را با تغذیهٔ توأم آن از مخمر دریایی *Candida* sp. با کلرلا، در مقایسه با مخلوط

نشریهٔ شیلات، مجلهٔ منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۲، از صفحهٔ ۳۱۷ تا ۳۳۰

مخمر نانوایی با جلبک مزبور، گزارش کردند که نشان از برتری برخی از مخمرهای دریایی از مخمر نانوایی در تغذیهٔ روتیفر دارند. نتایج مناسب از استفادهٔ توأم جلبک و مخمر عمل‌آوری‌شده در تغذیه و تولید انبوه آرتمیا نیز دیده شد. Coutteau و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که سطوح جانشینی به ترتیب ۷۵ و ۹۵ درصدی از جلبک *D. tertiolecta* با مخمر خشک و مخمر عمل‌آوری‌شده (دستکاری‌شده تحت تیمارهای شیمیایی)، در تغذیهٔ *A. franciscana*، منجر به بازماندگی مشابه و حتی نرخ رشد بهتر در مقایسه با جیرهٔ جلبکی (به تنهایی) می‌شود.

نتایج جانشینی ۷۵ درصدی جلبک *D. tertiolecta* با فرآورده‌های مخمری در مورد پریان میگوی *Streptocephalus proboscideus* منجر به بازماندگی مشابه و رشد نسبتاً کمتر در مقایسه با گروه‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ جلبکی (به تنهایی) شد (Coutteau *et al.*, 1992; Maeda-Martinez *et al.*, 1995). اگرچه در تحقیق حاضر استفاده از جلبک *D. tertiolecta*، در کنار مخمر نانوایی (۵۰ درصد جیره)، نتایج ضعیفی را از نظر رشد و بازماندگی در هر دو گونه، خصوصاً آرتمیای امریکا، نشان داد، ولی استفاده از جلبک‌ها در کنار مخمرهای دست‌کاری‌شده نتایج مطلوبی را در هر دو گونه به همراه داشت. بالابودن میزان رشد و بازماندگی آرتمیا در زمان تغذیه از مخمرهای دست‌کاری‌شده و موتاسیون‌یافته از جهاتی دیگر می‌تواند به تأثیر تقویت سیستم ایمنی این موجود مرتبط شود. چنین تأثیراتی را می‌توان در مورد آرتمیا در زمان تغذیه با مخمر فاقد غشای پروتئینی نشان داد؛ ظاهراً این مخمر می‌تواند به‌راحتی درون دستگاه گوارش آرتمیا جانشین شود و، به‌منزلهٔ یک پروبیوتیک، سبب عملکرد بهتر فلور باکتریایی دستگاه گوارش موجود و نهایتاً افزایش فعالیت‌های مربوط به ایمنی در موجود شود (Marques *et al.*, 2004; Soltanian *et al.*, 2007; Asanka Gunasekara *et al.*, 2012). چنین تأثیراتی حتی در ماهیان نیز گزارش شد. برای مثال، افزودن مخمر آبجو به جیرهٔ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان باعث افزایش عکس‌العمل‌های تدافعی، ایمنی و رشد شد (Siwicki *et al.*, 1994). Li و Gatlin در سال ۲۰۰۳ تأثیرات مثبت مخمر آبجو در سیستم ایمنی ماهی هیبرید باس راه راه و مقاومت آن در برابر باکتری *Streptococcus iniae* را نشان دادند.

نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که میزان رشد و بازماندگی گونه‌های مختلف آرتمیا با تغذیه از یک نوع جیرهٔ غذایی یکسان می‌تواند متفاوت باشد که این موضوع بیانگر اختلافات و عکس‌العمل‌های متفاوت بین گونه‌ای در هضم مواد غذایی (از جمله مخمرها) است. همچنین، مشخص شد که گونه‌های مختلف آرتمیا توانایی‌های متفاوتی در هضم مخمرها از خود نشان می‌دهند که این نشان از متفاوت‌بودن نیازهای غذایی هر گونه دارد و به همین علت، در مطالعات آینده می‌بایست جیرهٔ غذایی هر گونه به صورت اختصاصی تنظیم و بهینه شود.

امروزه، با توجه به کاهش شدید ذخایر سیست آرتمیا از ذخایر طبیعی و افزایش فوق‌العادهٔ قیمت سیست، سیستم‌های تولید متراکم آرتمیا در تانک‌ها یا روش‌های مداربسته توسعهٔ روزافزونی پیدا کرده‌اند (Lavens and Sorgeloos, 1991; Naegel, 1999; Zmora and Shpigel, 2006). به این منظور، قابلیت دسترسی آسان‌تر به منابع متعدد غذایی برای تغذیهٔ مراحل مختلف زندگی آرتمیا (خصوصاً مولدین) از اهمیت ویژه برخوردار است، زیرا در این سیستم‌ها

می‌توان همهٔ مراحل رشدی آرتمیا (سیست، ناپلیوس، افراد نوجوان و بالغ) را تولید و در مقاصد گوناگون صنعت آبزی‌پروری استفاده کرد. با جانشینی کامل یا مکمل در تغذیهٔ آرتمیا با مواد مخمری ارزان‌قیمت‌تر (خصوصاً مخمرهای دستکاری‌شده) می‌توان در بهبود یا کاهش هزینه‌های تولیدی در چنین سیستم‌هایی نقش مؤثری ایفا کرد. در این مطالعه، با توجه به قیمت بالای مخمر *Lansy PZ*، تولید و عمل‌آوری یک نوع مخمر بومی و صنعتی ارزان قیمت برای اولین بار در کشور، به‌منزلهٔ هدف اصلی، مد نظر قرار گرفته است. نظر به حصول نتایج رضایت‌بخش در استفاده از مخمر بومی، می‌توان به تولید صنعتی مخمر اندودشده (Coated) و دستکاری‌شده هم امیدوار بود؛ با این حال، تولید آن در مقیاس صنعتی، هزینه‌های تولید انبوه و تغذیهٔ آرتمیا در سطح کلان می‌بایست در آینده تحقیق و بررسی شود. میزان رشد و بازماندگی آرتمیا در تحقیق حاضر نشان داد که مخمرهای دستکاری‌شده (مخمر غنی‌شده، مخمر غنی‌شده بدون لایهٔ مانوپروتئین و مخمر بدون لایهٔ مانوپروتئین) نتایج به مراتب بالاتری را نسبت به مخمرهای سادهٔ ۵۰ و ۱۰۰ درصد جیرهٔ غذایی داشتند. همچنین، مخمر بدون لایهٔ مانوپروتئین نتایج بهتری را، از نظر میزان بازماندگی آرتمیا (خصوصاً آرتمیای ارومیه)، نسبت به مخمر *Lansy PZ* نشان داد.

به طور کلی، میزان بازماندگی آرتمیا از مرحلهٔ ناپلیوسی تا بلوغ با جیره‌های مختلف تغذیه‌ای و سیستم‌های متفاوت پرورشی در محدوده‌ای بین ۳۰–۸۵ درصد قرار داشت، بنابراین، داده‌های این مطالعه در محدودهٔ مطالعات Lavens and Sorgeloos (1991) و Stottrup and McEvoy (2003) قرار دارد. با توجه به نتایج مطالعهٔ حاضر، می‌توان پیشنهاد کرد که غنی‌سازی مخمر نانوایی با اسیدهای چرب غیراشباعی بلندزنجیره و حذف لایهٔ پروتئینی مخمرها، برای افزایش راندمان هضم و کمک به جانشینی آن در دستگاه گوارش آرتمیا، می‌توانند راهکارهای مناسبی در جانشینی مخمر صنعتی با مخمر *Lansy PZ* به شمار روند. با این حال، با توجه به یافته‌های این مطالعه، حذف لایهٔ مانوپروتئینی مخمر از کارایی به مراتب بیشتری (خصوصاً از نظر میزان بازماندگی آرتمیا) در مقایسه با سایر گروه‌های تغذیه‌ای مخمری برخوردار است.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از زحمات کارکنان محترم و زحمتکش پژوهشکدهٔ تحقیقات آرتمیا و آبزیان تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

References

[1]. Asanka Gunasekara, R.A.Y.S., Casteleyn, C., Bossier, P., Van den Broeck, W., 2012. Comparative stereological study of the digestive tract of *Artemia franciscana* nauplii fed with yeasts differing in cell wall composition. Aquaculture 324-325, 64-69.

[2]. Blancorubjo, J.C., 1987. Intensive rearing *Artemia salina* larvae on inert food: yeast of Torula (*Candida utilis*).Cuadernos Marisqueros.Publicacion Tecnica de la Conselleria de Pesca Xunta de Galicia 12, 565-568.

[3]. Coutteau, P., Lavens, P., Sorgeloos, P., 1990. Beakers yeast as a potential substitute for live algae in aquaculture diets:*Artemia* as a case atudy. Journal of the World Aquaculture Society 21, 1-9.

[4]. 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, 25-32.

[5]. Dobbeleir, J., Adam, N., Bossuyt, E., Buggeman, E., Sorgeloos, P., 1980. New aspects of the use of inert diets for high density culturing of brine shrimp. In: Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O., Jasper, E. (Eds.), The Brine Shrimp *Artemia* Ecology, Culture, Use in Aquaculture. Universa Press, Wetteren, Belgium, pp. 165-174.

[6]. Greco, F.M., Fitzpatrick, M.P., Graffam, W.S., Dierenfeld, E.S., Thoney, D.A., 2002. Preliminary evalution of selected nutrient composition of two life stage of *Artemia salina* before and after feeding an enriched *Troula* yeast product. Wildlife Conservation Society, 1-5.

[7]. Hirayama, K., and Funamot, H., 1983. Supplementary effect of several nutrients on nutritive deficiency of baker's yeast for population growth of the rotifer (*Brachionus plicatilis*). Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 49(4), 505-510.

[8]. Hirayama, K., and Watanabe, K., 1972. Fundamental studies. IV. Nutritional effect of yeast on population growth of rotifer. Bulletin of Japanese Society Science and Fishery 39(11), 1129-1133.

[9]. James, C.M., and Makkeya, B.A., 1981. Production of rotifers, *Brachionus plicatilis*, brine shrimp, *Artemia salina* and copepods for aquaculture. Annual Research Report 1981, Kuwait Institute for Scientific Research, 103-107.

[10]. James, C.M., Dias, P.A., Salman, A.E., 1987. The use of marine yeast (*Candida* sp.) and baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in combination with *Chlorella* sp. for mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis*. Hydrobiologia 147, 263-268.

[11]. James, C.S., 1376. The chemistry of organic matter analysis. Translated by Dr. Khosrow Shahi Asl, A., Edit 1, Urmia University Press (In Persian).

[12]. Johnson, D.A., 1980. Evaluation of various diets for optimal growth and survival of selected life stages of *Artemia*. In: Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O., Jasper, E. (Eds.), The Brine Shrimp *Artemia*. Universa Press, Wettern, Belgium, pp. 185-192.

[13]. Lavens, P., and Sorgeloos, P., 1991. Production of *Artemia* in culture tanks. In: Browne, R.A., Sorgeloos, P., Trtman, C.N.A. (Eds.), Handbook of *Artemia* Biology, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. pp. 317-350.

[14]. Lavens, P., and Sorgeloos, P., 1996. Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture, University of Ghent, Ghent, Belgium, 295 p.

[15]. Lavens, P., and Sorgeloos, P., 2001. Use of Brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. Aquaculture 200, 147-159.

[16]. Li, P., and Gatlin, D.M., 2003. Evaluation of brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops*×*M. saxatilis*). Aquaculture 219, 681-692.

[17]. Maeda-Martinez, A.M., Obregh-Barboza, H., Dumont, H.J., 1995. Laboratory culture of fairy shrimps using baker's yeast as basic food in a flow-through system. Hydrobiologia 298, 141-157.

[18]. Marques, A., Bossier, P., Dhont, J., Sorgeloos, P., 2004. Influence of yeast quality on performance of gnotobiotically-grown *Artemia*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 310 (2), 249-266.

[19]. Marques, A., Dinh, T., Ioakeimidis, C., Huys, G., Swings, J., Verstraete, W., Dhont, J., Sorgeloos, P., Bossier, P., 2005. Effects of bacteria on *Artemia franciscana* cultured in different gnotobiotic environments. Applied and Environmental Microbiology 71, 4307-4317.

[20]. Stottrup, J.G., and McEvoy, L.A., 2003. Live Feeds in Marine Aquaculture. Blackwell Science, UK, 337 p.

[21]. Miami Aqua-culture, Inc., 2011. *Artemia* and shrimp larval diets**.** Available from http:// www.miami-aquaculture.com. Federal Highway Boynton Beach, 805 N. Florida, 33435, USA.

[22]. Naegel, L.C.A., 1999. Controlled production of *Artemia* biomass using an inert commercial diet, compared with the microalgae *Chaetoceros*. Aquacultural Engineering 21, 49-59.

[23]. Peter, C., Patrick, L., Patrick, S., 1990. Baker's yeast as a potential substitute for live algae in aquaculture diets: *Artemia* as a case Study. Journal of the World Aquaculture Society 21, 1-9.

[24]. Robin, J.H., Le Milinaire, C., Stephan, G., 1987. Production of *Artemia* using mixed diets: Control of fatty acid content for marine fish larvae culture. In: Sorgeloos, P., Bengtson, D.A., Decleir, W., Jaspert, E. (Eds.), *Artemia* Research and its Application, Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. Universa Press. Wettern, Belgium, pp. 437-447.

[25]. Sajeevan, T.P., Philip, R., Singh, I.S.B., 2006. Immunostimulatory effect of a marine yeast *Candida sake S165* in *Fenneropenaeus indicus*. Aquaculture 257, 150-155.

[26]. Shimaya, M., Kanazawa, A., Kashiwada, K., 1967. Studies in the utilization of marine yeast. I. Culture of *Artemia* and *Daphnia* by marine yeast. (Japanese). Memoirs of the Faculty of Fisheries Kagoshima University 16, 34-39.

[27]. Siwicki, A.K., Anderson, D.P., Rumsey, G.L., 1994. Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. Veterinary Immunology Immunopathology 41, 125-139.

[28]. Soltanian, S., Dhont, J., Sorgeloos, P., Bossier, P., 2007. Influence of different yeast cell-wall mutants on performance and protection against pathogenic bacteria (*Vibrio campbellii*) in gnotobiotically-grown *Artemia*. Fish and Shellfish Immunology 23, 141-153.

[29]. Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger, Ph., Tackaert, W., Versichele, D., 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. Laboratory of Mariculture. State University of Ghent, Belgium, 319 p.

[30]. Sorgeloos, P., 1997. Lake Urmia cooperation project-contract item A: Report on the determination and identification of biological characteristics of *Artemia urmiana* for application in aquaculture. Faculty of Agriculture and Applied Biological Science, Laboratory of Aquaculture and *Artemia* Reference Center, University of Gent, Belgium.

[31]. Van Stappen, G., 1996. *Artemia*. In: Manual on the production and use of live food for aquaculture. Aquaculture and Artemia Reference Center. University of Ghent. Belgium, Published by: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO Fisheries Technicals Paper). pp, 101-318.

[32]. Watanabe, T., Kitajima, Ch., Fujita, S., 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. Aquaculture 34, 115-143.

[33]. Yamada, E.A., and Sgarbieri, V.C., 2005. Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) protein concentrate: preparation, chemical composition and nutritional and functional properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53, 3931-3936.

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

[35]. Zmora, O., and Shpigel, M., 2006. Intensive mass production of *Artemia* in a recirculated system. Aqauculture 255, 488-494.