Journal of Aquaculture Sciences 12(23): 46-53 (2024)
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

نشریه علوم آبزی‌پروری
دوره ۱۲، شماره ۲۳: ۴۶-۵۳ (۱۴۰۳)

پرورش *Artemia urmiana* در پساب تصفیه‌خانه شهری و آب شور زیرزمینی و بررسی تأثیر آن بر رشد، بازماندگی و فاکتورهای تولیدمثلی

بهرنگ دانشخواه، ناصر آق *، فرزانه نوری

پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری، دانشگاه ارومیه ارومیه ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۵ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۲**

چکیده

باتوجه به اهمیت پرورش آرتمیا به‌عنوان یک منبع غذایی بسیار با ارزش در تغذیه لارو آبزیان و با توجه به محدودیت استفاده از منابع آبی سالم، این مطالعه به‌منظور بررسی پرورش آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) در آب‌های پساب تصفیه‌خانه شهری و آب شور زیرزمینی و تأثیر آنها بر رشد، بازماندگی و فاکتورهای تولیدمثلی انجام شد. بدین‌منظور، آرتمیا در ۶ تیمار و ۳ تکرار شامل کنترل (شوری ۶۰)، کنترل (شوری ۱۲۰)، پساب تصفیه‌خانه (شوری ۶۰)، پساب تصفیه‌خانه (شوری ۱۲۰)، آب شور زیرزمینی (شوری ۶۰) و آب شور زیرزمینی (شوری ۱۲۰) تقسیم شدند. در طول مدت پرورش همه گروه‌ها به‌صورت مساوی با جلبک تک سلولی *Dunaliella salina* و سوسپانسیون سبوس گندم تغذیه شدند. فاکتورهای رشد، بازماندگی و تولیدمثلی در روزهای ۸، ۱۱، ۱۴، ۱۷، ۲۰ و ۲۳ محاسبه شدند. نتایج نشان داد که به‌طور کلی میزان رشد در آرتمیاهای پرورش‌یافته در پساب تصفیه‌خانه شهری (شوری ۱۲۰) در سطح معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود ($P<۰/۰۵$). میزان بقا اگرچه در پساب تصفیه‌خانه کمتر از آب معمولی بود اما این اختلاف در سطح معنی‌داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). نتایج تعداد اولاد و تعداد ناپلی در آرتمیاهای پرورش یافته در آب تصفیه‌خانه با شوری ۱۲۰ به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($P<۰/۰۵$). از نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین استنباط کرد که استفاده از آب‌های نامتعارف می‌توانند پتانسیل ایجاد محیط مناسبی را جهت پرورش آرتمیا ارومیانا داشته باشند.

کلید واژگان: آرتمیا، پساب تصفیه‌خانه، آب شور زیرزمینی، رشد، بازماندگی

*نویسنده مسئول n.agh@urmia.ac.ir

مقدمه

آرتمیا یا میگوی آب شور، یکی از مهمترین گونه‌های سخت‌پوستان است که در آب‌های با املاح زیاد، حتی تا چند برابر آب دریا زندگی می‌کند. میزان املاح محلول و درجه حرارت آب دو عامل اصلی وجود آرتمیا در یک زیستگاه می‌باشند. مقدار املاح محلول در آب باید به اندازه‌ای بالا باشد تا سایر موجودات شکارچی همانند ماهیان و بندپایان توان زندگی در آن را نداشته باشند. این دو عامل همراه با برخی عوامل دیگر سبب می‌شوند که آرتمیا به‌صورت فصلی و یا در طول سال در یک زیستگاه حضور داشته باشد (Agh *et al*., 2008) در بین جانوران پرسلولی، آرتمیا به‌دلیل داشتن پوشش تقریباً نفوذناپذیر در سطح بدن و همچنین توانایی خارج کردن نمک‌های مازاد از بدن (توسط اندام‌های تنظیم فشار اسمزی منحصر به‌فرد) می‌تواند دامنه وسیع شوری را تحمل کند. به‌واسطه داشتن این قابلیت بی‌نظیر در تنظیم اسمزی، آرتمیا در محیط‌هایی با محدوده شوری متغیر از ۳۰۰–۱۰ گرم در لیتر زندگی می‌کند ولی به‌ندرت در آب با شوری کمتر از ۴۵ گرم در لیتر یافت می‌شود (Wear and Haslett, 1987; Agh *et al*., 2007). در واقع شوری فاکتور مهمی در تعیین وجود آرتمیا در یک زیستگاه و عامل محدودکننده پراکنش جغرافیایی آن می‌باشد. امروزه در صنعت آبزی‌پروری از آرتمیا به‌دلیل اندازه کوچک در زمان تخم‌گشایی و همچنین به‌خاطر ارزش غذایی بالایی که دارد در تغذیه آغازین بسیاری از ماهیان استفاده می‌شود (Sorgeloos, 1986). آرتمیا حاوی درصد بالایی پروتئین، اسیدهای چرب مطلوب وآنزیم‌ها هضمی از قبیل آمیلاز و تریپسین می‌باشد و به‌دلیل پایین بودن زمان بلوغ، هماوری بالا و سازگاری با تراکم بالا در زمان پرورش، مورد توجه بسیاری از پرورش‌دهندگان قرار گرفته است (لشکری‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به بحران کاهش آب مصرفی، پرورش‌دهندگان تمایل به افزایش تراکم و کاهش سطح مصرف آب دارند؛ بنابراین به‌سمت سیستم‌های، استفاده مجدد از پساب‌ها گرایش پیدا کرده‌اند. در کشورهای پیشرفته ضمن رعایت ضوابط و استانداردهای بهداشتی، استفاده از آب‌های نامتعارف رواج پیدا کرده است (Chen and Carter, 2016). همچنین در کشور ما با توجه به محدودیت منابع آبی و مدیریت بحران آب در زمان‌های خشکسالی، استفاده از آب‌های نامتعارف می‌تواند راهکاری مؤثر و کارآمد و یکی از راه‌های توسعه صنعت آبزی‌پروری باشد. در ارتباط با استفاده از آب‌های نامتعارف در پرورش آرتمیا مطالعات اندکی انجام شده است. با توجه به گسترش فعالیت‌های آبزی‌پروری و نیاز به استفاده از آرتمیا جهت غذای آغازین گونه‌های مختلف ماهی و میگو، انجام بررسی‌های دقیق‌تری در خصوص استفاده از آب‌های نامتعارف جهت پرورش آرتمیا، امری ضروری به‌نظر می‌رسد، همچنین پرورش آرتمیا به‌عنوان یک محصول کاربردی در آب‌های نامتعارف می‌تواند تحولی عظیم در صنعت آبزی‌پروری ایجاد کند. بنابراین هدف از انجام این تحقیق پرورش آرتمیا ارومیانا در پساب تصفیه‌خانه شهری و آب شور زیرزمینی و تأثیر آنها بر فاکتورهای رشد، بازماندگی و تولیدمثلی بود.

مواد و روش‌ها

کشت جلبک درآزمایشگاه: در تحقیق حاضر جهت تغذیه آرتمیا از جلبک تک‌سلولی *Dunaliella salina* و سوسپانسیون تهیه شده با پودر سبوس گندم در همه تیمارها استفاده شد. حجم آماده جلبک *D. salina* از بانک جلبک واقع در پژوهشکده آرتمیا دانشگاه ارومیه فراهم شد. جهت کشت جلبک از محیط کشت والنه و شوری ۱۲۰–۱۱۰ گرم در لیتر استفاده شد. طول دوره روشنایی و تاریکی در نورهای مصنوعی به‌ترتیب ۱۸ و ۶ ساعت بود (Lavens and Sorgeloos, 2018). پس از به‌حداکثر رسیدن غلظت جلبک، هوادهی قطع شد و با انجام سانتریفیوژ جلبک تغلیظ و جمع‌آوری شد.

آماده‌سازی سوسپانسیون سبوس گندم: سبوس گندم از یک فروشگاه محلی در شهر ارومیه تهیه شد. پس از آسیاب کردن، سبوس به یک ظرف استوانه‌ای منتقل شد و مقداری آب شیرین به آن اضافه شد. ترکیب به‌دست آمده به‌خوبی با هم مخلوط شدند و به‌مدت ۱ ساعت از کف ظرف هوادهی شدند. سپس ابتدا از فیلتر ۲۰۰ میکرون و بعد از آن از فیلتر ۳۰ و ۵۰ میکرون عبور داده شد. سوسپانسیون حاصل جهت ته‌نشینی در یخچال نگه‌داری شد. پس از گذشت چند ساعت محلول رویی جداشده به‌طور کامل دور ریخته شد و رسوب کف ظرف جهت خشک کردن به پتری‌دیش منتقل شد. پتری‌دیش‌ها با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد تا خشک شدن کامل رسوب در دستگاه انکوباتور قرار گرفتند. پودر به‌دست آمده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد یخچال تا زمان

جدول ۱- آنالیز شیمیایی پساب تصفیه‌خانه، آب چاه و آب دریاچه ارومیه

فاکتورها	کنترل ۱۲۰ (دریاچه ارومیه)	کنترل ۶۰ (دریاچه ارومیه)	تصفیه خانه ۱۲۰(عجب‌شیر شور شده)	تصفیه خانه ۶۰ (عجب‌شیر شور شده)	چاه ۱۲۰ (فسندوز)	چاه ۶۰ (فسندوز)
اسیدیته	۷/۹	۷/۷۴	۸/۲۲	۷/۹۶	۷/۳	۷/۲
کربنات	۲/۴	۱/۴۱	۹/۴	۵/۳	۲۳	۱۳/۲
بی‌کربنات	۲/۶۴	۱/۳۷	۱۰/۸	۶/۳	۴/۵	۳
سدیم	۲۷۴	۱۳۷	۱۹۶	۹۸	۱۶۷	۸۳/۵
کلر	۷۶	۴۱	۲۰۳۰	۱۰۱۵	۲۲۴۰	۱۱۲۰
کلسیم	۱۲	۵/۸۹	۸	۴/۲۳	۱۰۰	۵۷
منیزیم	۱/۲۶	۰/۶۷	۳۱۴	۱/۵۸	۴۶۲	۲۳۱
پتاسیم	۲/۷	۱/۳۵	۲۲/۴	۱۱/۲	۳/۱۵	۱/۵۷
نیترات	۰/۹۷	۰/۴۹	۴۰/۶	۲۰/۳	۶۴/۵	۳۲/۲۵
آمونیوم	۳/۲	۱/۶	۶/۵	۳/۲۵	۱۴	۷
فسفات	۳/۶	۱/۸	۴/۸۷	۲/۴۳	۵/۷	۲/۸
آهن	۱/۶۹	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۴۹	۳/۶۸	۱/۹

مصرف نگه‌داری شد (Velasco *et al*., 2018).

آماده‌سازی ظروف پرورشی آرتمیا: جهت پرورش آرتمیا از بطری‌های پلاستیکی ۱/۵ لیتری و آکواریوم‌های شیشه‌ای محتوی آب شیرین جهت قرارگیری بطری‌ها استفاده شد. شرایط نوری (۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی) با استفاده از لامپ‌های فلئورسانس با شدت نور ۱۶۰۰ لوکس تنظیم شد. دمای آب (۱±۲۷ درجه سانتی‌گراد) با بخاری برقی تنظیم شد. هوادهی به‌صورت مداوم و با استفاده از پیپت فیلتردار استریل از برند Biofil ساخت کشور چین، انجام شد.

تیمارهای پرورشی

۱- پرورش آرتمیا ارومیانا با استفاده از آب نمک دریاچه ارومیه تحت شوری ۶۰ گرم در لیتر (شاهد)

۲- پرورش آرتمیا ارومیانا با استفاده از آب نمک دریاچه ارومیه تحت شوری ۱۲۰ گرم در لیتر (شاهد)

۳- پرورش آرتمیا ارومیانا با استفاده از پساب تصفیه خانه شهری تحت شوری ۶۰ گرم در لیتر (تیمار ۱)

۴- پرورش آرتمیا ارومیانا با استفاده از پساب تصفیه خانه شهری تحت شوری ۱۲۰ گرم در لیتر (تیمار ۲)

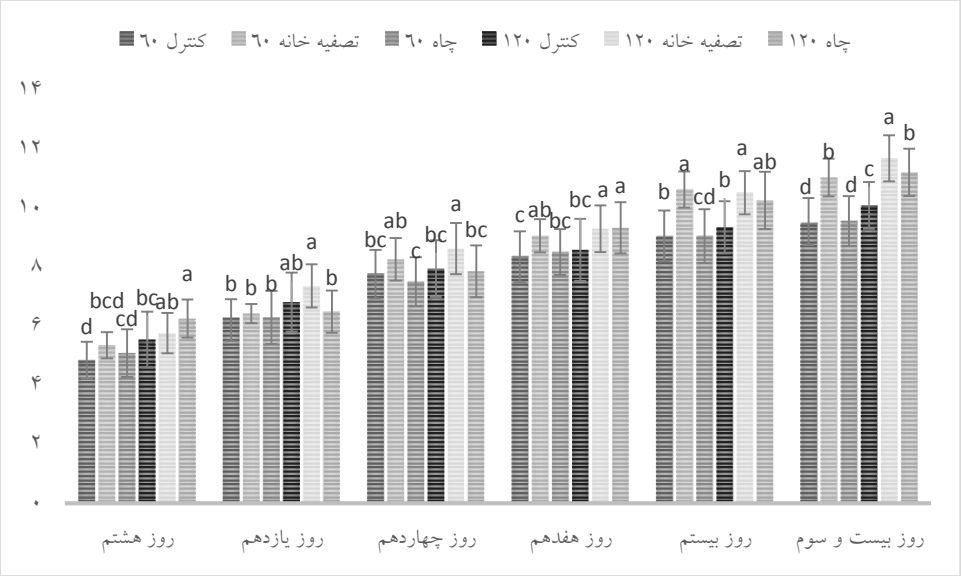
۵- پرورش آرتمیا ارومیانا با استفاده از آب شور زیر زمینی تحت شوری ۶۰ گرم در لیتر (تیمار ۳)

۶- پرورش آرتمیا ارومیانا با استفاده از آب شور زیرزمینی تحت شوری ۱۲۰ گرم در لیتر (تیمار ۴)

تهیه آب شور: نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی آب دریاچه، تصفیه‌خانه و آب چاه (شوری‌های ۶۰ و ۱۲۰ گرم در لیتر) در جدول ۱ ارائه شده است. نمونه آب‌های شور غیر متعارف مورد استفاده در این تحقیق از منابع زیر تهیه شد. پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهری از تصفیه‌خانه فاضلاب شهر عجب‌شیر واقع در بندر رحمانلو و آب شور زیرزمینی از چاه آب شور واقع در فسندوز میاندوآب تهیه شد. از نمک دریاچه ارومیه جهت شوری آب تصفیه‌خانه فاضلاب استفاده شد. جهت رسیدن به شوری‌های مورد نیاز برای آب‌های دیگر جهت پرورش آرتمیا از گرم کردن و هوادهی (به‌واسطه تبخیر) استفاده شد. از فیلتر ۳۰ میکرون به‌منظور حذف زئوپلانکتون‌ها و دیگر آلودگی‌های موجود در آب استفاده شد و تنظیم شوری با استفاده از دستگاه شوری‌سنج مدل آتاگو (Atago) ساخت کشور ژاپن استفاده شد.

شرایط غذادهی: جلبک تک سلولی دونالیلا سالینا و سوسپانسیون سبوس گندم به‌صورت روزانه و به‌میزان ۲۵ درصد جلبک و ۷۵ درصد سوسپانسیون جهت تغذیه گروه‌های آرتمیای مورد پرورش مورد استفاده قرار گرفتند. غذاهی براساس روش (اونق و همکاران، ۱۳۹۳) انجام شد.

سنجش فاکتورهای رشد و بازماندگی: به‌منظور ارزیابی



شکل ۱- بررسی رشد آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) پرورش یافته در آب‌های مختلف با شوری‌های متفاوت

جدول ۲- نتایج حاصل از صفات تولیدمثلی آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) (میانگین±انحراف معیار)

تیمار	کنترل ۶۰	کنترل ۱۲۰	تصفیه خانه ۶۰	تصفیه خانه ۱۲۰	چاه ۶۰	چاه ۱۲۰	شوری	نوع آب	شوری* نوع آب
تعداد نتاج	۳۱/۵۲±۸/۴۸^{bc}	۶۴/۵±۱۸/۸۱^{a}	۴۵/۳۷±۱۰/۷۹^{b}	۷۸,۴۷±۱۷,۸۶^{a}	۲۷/۲۰±۹/۶۹^{c}	۷۰/۰۴±۱۶/۰۵^{a}	*	*	*
تعداد ناپلی	۲۹/۵۷±۸/۳۷^{b}	۳۳/۷۳±۱۰/۱۴^{b}	۳۸/۲۸±۱۰/۳۶^{b}	۵۶,۲۳±۱۸,۸۰^{a}	۲۵/۳۰±۹/۴۲^{b}	۳۴/۴۴±۷/۱۶^{b}	*	*	*
تعداد سیست	۱/۹۵±۱/۰۲^{c}	۳۰/۷۷.±۱۲/۵۹^{ab}	۷/۰۹±۴/۰۱^{c}	۲۲,۲۴±۶,۲۲^{b}	۱/۹±۱/۷۹^{c}	۳۵/۶±۱۰/۴^{a}	*	*	*
درصد سیست زایی	۶/۲۰±۳/۴^{d}	۴۷/۷±۱۰/۵۵^{a}	۱۵/۶۲±۷/۷۹^{c}	۲۸,۳۴±۱۱,۸۰^{b}	۷/۰۰±۵/۷۸^{cd}	۵۰/۸۳±۴/۸۵^{a}	*	*	*

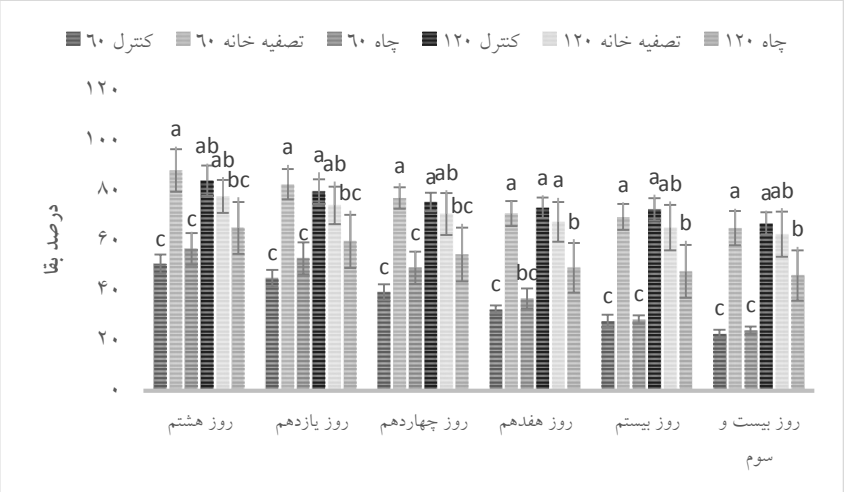
میزان رشد آرتمیا در روزهای ۸، ۱۱، ۱۴، ۱۷، ۲۰ و ۲۳، تعداد ۵ عدد آرتمیا به‌صورت کاملاً تصادفی از هر تکرار جدا شد و به محلول لوگول ۱ درصد منتقل شدند و با استفاده از استریو میکروسکوپ که مجهز به لوله ترسیم بود طول کل آرتمیا که از ابتدای سر تا ناحیه تلسون می‌باشد، رسم شد و توسط دستگاه دیجینایزر برحسب میلی‌متر ثبت شد. درصد بازماندگی نیز براساس تعداد آرتمیاهای باقی‌مانده در روزهای فوق محاسبه شد (Kumar *et al*., 2015).

بررسی عملکرد تولیدمثلی آرتمیا: هنگامی‌که حدود ۵۰ درصد آرتمیاها به بلوغ جنسی رسیدند، تعداد ۳۰ جفت مولد از هر تکرار جهت بررسی پارامترهای تولیدمثلی (تولید سیست و ناپلی) به فالکون‌های ۵۰ سی‌سی منتقل شدند و به‌صورت روزانه از نظر تولید سیست یا لارو مورد بررسی قرار گرفتند (Kumar *et al*., 2015) و نتایج ثبت شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: پس از بررسی نرمال و همگن بودن داده‌ها از آزمون Two way-ANOVA و تست Tukey در نرم‌افزار SPSS-Ver. 22 استفاده شد. نتایج به‌صورت میانگین±انحراف معیار در سطح معنی‌داری ۵ درصد ارائه شد.

نتایج

نتایج به‌دست آمده از ارزیابی رشد آرتمیا ارومیانا در شکل ۱ خلاصه شده است. براساس نتایج، بالاترین میزان رشد در روز ۸ در تیمار آب چاه با شوری ۱۲۰ بوده که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها به‌جز آب تصفیه‌خانه با شوری ۱۲۰ نشان داد (P<۰/۰۵). در روزهای ۱۱، ۱۴، ۱۷، ۲۱ و ۲۳ بیشترین میزان رشد مربوط به آرتمیا ارومیانا پرورش یافته در آب تصفیه‌خانه با شوری ۱۲۰ بود که با تیمارهای کنترل ۶۰، کنترل ۱۲۰ و آب چاه ۶۰ اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). به‌طور کلی پایین‌ترین میزان رشد طی روزهای مختلف در تیمار پرورش یافته در آب کنترل با شوری ۶۰ و بالاترین میزان رشد در تیمار آب تصفیه‌خانه با شوری ppt ۱۲۰ بود. بیشترین نتایج تعداد اولاد و تعداد ناپلی در آب تصفیه‌خانه با شوری ۱۲۰ مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای آب تصفیه‌خانه ۶۰، چاه ۶۰ و کنترل ۶۰ داشت. (P<۰/۰۵). تعداد سیست و درصد سیست‌زایی در



شکل ۲- درصد بازماندگی آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) پرورش یافته در آب‌های مختلف با شوری‌های متفاوت (میانگین±انحراف معیار)

تیمار آب چاه با شوری ۱۲۰، بیشترین میزان را نشان دادند که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها داشتند ($P<۰/۰۵$). همچنین اثر شوری، آب و اثر متقابل شوری و آب در تمامی فاکتورها معنی‌دار بودند (جدول ۲، $P<۰/۰۵$).

شکل ۲ نتایج حاصل از میزان بقای آرتمیا ارومیانا پروش یافته در آب‌های مختلف را در روزهای متفاوت نشان می دهد. نتایج نشان داد که بالاترین درصد بقا در روز ۸، ۱۱ و ۱۴ در تیمار آب تصفیه‌خانه ۶۰ ppt بود که اختلاف معنی داری با آب کنترل ۶۰ و آب چاه ۶۰ و ۱۲۰ داشت ($P<۰/۰۵$). در روزهای ۱۷، ۲۰ و ۲۳ آرتمیاهای پرورش یافته در آب کنترل ۱۲۰ بیشترین درصد بقا را داشتند که با تیمارهای کنترل ۶۰، آب چاه ۶۰ و آب چاه ۱۲۰ ppt اختلاف معنی‌داری را نشان دادند ($P<۰/۰۵$). کمترین میزان درصد بقا هم در همه روزها در تیمار کنترل ۶۰ ppt مشاهده شد.

بحث و نتیجه‌گیری

آرتمیا به‌شدت یوری‌هالین است و می‌تواند شوری‌های بین ۳ تا ۳۰۰ ppt را تحمل کند. این موجود حتی می‌تواند برای یک دوره زمانی کوتاه در آب‌های شیرین زنده بماند اما نمی تواند هیچ زاد و ولدی انجام دهد (Jabbour *et al*., 2014). با توجه به بقای موجودات زنده در شوری‌های مختلف، تعداد کمی از موجودات آبزی توانایی تحمل طیف وسیعی از شوری‌ها را در محیط‌زیست خود دارند، برای این منظور لازم است بین جریان یون‌های محیط خارجی با همولنف خود از طریق مکانیسم‌های تنظیم اسمزی، تعادلی برقرار کنند تا در نهایت منجر به بقای خود در محیط شوند. علاوه بر میزان شوری، مقدار مواد آلی موجود در آب نیز از فاکتورهای مهم جهت پرورش و تولیدمثل آرتمیا محسوب می‌شود و می‌تواند بر صفات ریخت‌شناختی تأثیر به‌سزایی داشته باشد (Jorge *et al*., 2017). در کشور ایران به‌دلیل بحران منابع آبی، استفاده از آب‌های نامتعارف از قبیل پساب‌های شهری و صنعتی به‌عنوان یک منبع جدید جهت جبران بخشی از این کمبودها مورد توجه قرار گرفته است (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، ۱۳۸۹). در نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر مشخص شد که اندازه آرتمیاهای پرورش داده شده در پساب تصفیه‌خانه با شوری ۱۲۰ ppt بزرگتر از سایرگروه‌ها بود. میزان بازماندگی نیز در روزهای ۸، ۱۱ و ۱۴ در پساب تصفیه‌خانه با شوری ۶۰ بالاتر از سایر گروه‌ها بود و در روزهای ۱۷، ۲۰ و ۲۳ در آرتمیاهای پرورش‌یافته در آب کنترل با شوری ۱۲۰ بالاتر بود، هرچند این اختلاف در میزان بازماندگی در گروه‌های کنترل ۱۲۰ و پساب‌ها تصفیه‌خانه با شوری‌های ۶۰ و ۱۲۰ در حد معنی‌دار نبود. دلیل رشد بهتر آرتمیا در پساب تصفیه‌خانه می‌تواند ناشی از وجود باکتری‌های باقی‌مانده (باکتری‌های گرم مثبت) در پساب باشد که به‌عنوان یک منبع تغذیه‌ای در اختیار آرتمیا قرار گرفته‌اند. با توجه به این مسئله که کشور ایران دارای پهنه وسیع و آب و هوای گرم خشک می‌باشد، می‌تواند دارای پتانسیل مناسبی جهت پرورش آرتمیا باشد اما مهمترین مسئله، محدودیت آب‌های جاری و سالم در امر تجاری‌سازی و کشت انبوه آرتمیا است که با توجه به نتایج به‌دست آمده از تحقیق انجام شده می‌توان چنین استنباط کرد که استفاده از پساب تصفیه‌خانه‌ها می‌تواند یک راهبرد

کاملاً کاربردی در این راستا باشد زیرا آرتمیای تولید شده در پساب از نظر رشد و مقاومت برتری بیشتری نسبت به آرتمیای تولید شده در آب معمولی داشت و لازم به ذکر است که این مسئله می‌تواند محدودیت استفاده از آب‌های سالم را پوشش دهد. در صورت پرورش آرتمیا به‌عنوان یک زئوپلانکتون بسیار مقاوم، با ارزش تجاری زیاد در پساب، همواره باید شاخص‌های سلامتی اولیه مورد توجه قرار گیرند تا بتواند در اختیار صنعت آبزی‌پروری قرار گیرد. در این مطالعه رشد و بقای آرتمیا در پساب نه تنها کمتر از آب معمولی نبود بلکه در سطح معنی‌داری بالاتر مشاهده شد. Keshtkar و همکاران (۲۰۱۶) نیز طی گزارشی، استفاده از آب‌های نامتعارف را در امر پرورش آرتمیا و بهبود رشد و تولیدمثل تأیید کردند. Madkour و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند که استفاده از آب‌های نامتعارف در مقایسه با آب شور دریا برای پرورش آرتمیا تأثیر بیشتری بر رشد و تولیدمثل داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که در طول دوره تولیدمثلی، تعداد اولاد و تعداد ناپلی، در تیمار تصفیه‌خانه با شوری ۱۲۰ بیشتر از سایر تیمارها بود درصورتی‌که تعداد سیست و درصد سیست‌زایی در تیمارهای پرورش یافته در آب چاه با شوری ۶۰ بالاتر از سایر تیمارها بود. طبق نظریه Browne و همکاران (۱۹۹۶) رفتارهای تولیدمثلی آرتمیا نه تنها تحت تأثیر میزان شوری قرار می‌گیرد بلکه نوع تغذیه و املاح موجود در آب نیز می‌تواند فرآیند تولیدمثل را تحت تأثیر قرار دهد. طبق نظریه محققان، بلوغ آرتمیا در آب‌های با شوری کمتر از ۱۰۰ گرم در لیتر سریع‌تر اتفاق می‌افتد. Abatzopoulos و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که بلوغ آرتمیای بکرزا در آب با شوری ۵۰ تا ۸۰ میلی‌گرم سریع‌تر از آرتمیاهای پرورش یافته در آب با شوری ۱۲۰ گرم اتفاق افتاد. از طرفی دیگر، ذکر این نکته ضروری است که آب چاه غنی از املاحی از قبیل کلسیم و منیزیم می‌باشد و آرتمیا می تواند منیزیم و کلسیم را از منابع آب در دسترس جهت تشکیل اسکلت بیرونی و رشد و همچنین انجام متابولیسم جذب کند. منیزیم نقش بسیار مهمی در رشد و بازماندگی آرتمیا دارد. منیزیم همچنین نقش مهمی در متابولیسم لیپیدها، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها به‌عنوان کوفاکتور در واکنش‌های آنزیمی و متابولیسم دارد (Gozan and Rahman, 2017). براساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌توان چنین استنباط کرد که استفاده از آب‌های نامتعارف در امر پرورش آرتمیا به‌عنوان یک غذای با ارزش برای تغذیه آغازین لارو آبزیان می‌تواند یک راهبرد کاربردی جهت مدیریت بحران خشکسالی و کمبود منابع آبی سالم باشد. بنابراین طبق نتایج به‌دست آمده از این تحقیق پیشنهاد می‌شود که به‌منظور مدیریت مسائل مربوط به بحران منابع آبی و همچنین جهت تولید آرتمیا که یک غذای زنده با ارزش تجاری بالا برای تغذیه لارو ماهیان می‌باشد، از آب-های نامتعارف مانند پساب تصفیه‌خانه استفاده شود زیرا این روش هم هدف تولید آرتمیا و هم صرفه‌جویی در استفاده از منابع آبی را پوشش می‌دهد.

منابع

اونق ا.، آق ن.، نوری ف.، امین‌زاده ا. ۱۳۹۳. قابلیت‌های کمی و کیفی تولید بیوماس آرتمیا در مخازن پلی‌اتیلنی در یک سیستم ساکن (Batch culture) با استفاده از یک جیره غذایی ارزان قیمت. *فصلنامه زیست‌شناسی کاربردی*. ۲۷(۲): ۶۴-۵۰.

لشکری‌زاده م.، فرهنگی م.، آق ن.، صفری ا. ۱۳۹۰. مقایسه میزان فعالیت آنزیم‌های گوارشی در آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) از مرحله ناپلی تا بلوغ با استفاده از جیره‌های غذایی مختلف. *مجله علمی شیلات ایران*. ۲۰ (۳): ۱۱۵-۱۲۸.

Abatzopoulos T.J., Baxevanis A.D., Triantaphyllidis G.V., Criel G., Pador E.L., Van Stappen G., Sorgeloos P. 2006. Quality evaluation of *Artemia urmiana* Günther (Urmia Lake, Iran) with special emphasis on its particular cyst characteristics (International Study on Artemia LXIX). *Aquaculture* 254(1-4), 442-454.

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, 48-60.

Agh N., Van Stappen G., Bossier P., Sepehri H., Lotfi V., Rouhani, S.M., Sorgeloos P. 2008. Effects

of salinity on survival, growth, reproductive and life span characteristics of Artemia populations from Urmia Lake and neighboring lagoons. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11(2), 164-172.

Browne R. 1996. Competition between sexual and parthenogenetic Artemia: temperature and strain effects. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 196, 313- 328.

Chen H., Carter K.E. 2016. Water usage for natural gas production through hydraulic fracturing in the United States from 2008 to 2014. Journal of Environmental Management 170, 152-159.

Gozan M., Rahman S.F. 2017. Effect of salinity and density of *Artemia salina* on magnesium and calcium impurities level in salt production. *International Journal of Pharma and Bio Sciences* 8(4), 127-134.

Jabbour A.E., Durgham H., Mansour C.R. 2014. Effects of different salinities on pre-reproductive, reproductive and lifespan characteristics of a bisexual population of *Artemia franciscana*. *International Journal of Oceans and Oceanography* 8(2), 87-94.

Jorge C.M., Germán C.M., María del Carmen M.D., Andrés Elías C.C., Fernando D.S. 2017. Reproductive potential of *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) from Mexico inland waters cultured in laboratory at different salinity. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 5(6), 86-92.

Keshtkar A.R., Oros Z., Mohammadkhan S., Eagdari S., Paktinat H. 2016. Multi-criteria analysis in *Artemia* farming site selection for sustainable desert ecosystems planning and management (case study: Siahkouh Playa, Iran). *Environmental Earth Sciences* 75, 1-9.

Lavens P., Sorgeloos P. 2018. Production of *Artemia* in culture tanks. In Artemia biology (pp. 317-350). CRC Press.

Madkour K. 2023. Growing Brine Shrimp (*Artemia*) in Desalination Brine Water.

Sorgeloos P. 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp Artemia in aquaculture, 1986.

Velasco S.J., Retana O.D., Castro M.J., Castro M.G., Castro C.A.E. 2018. Effect of different salinities on the survival and reproductive characteristics of populations of *Artemia franciscana* Kellogg, 1906 from coastal and inland waters of Mexico. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6(2), 1090-1096.

Vice President of Planning and Strategic Supervision. 2010.

Wear R.G., Haslett S.J. 1987. Studies on the biology and eclogy of *Artemia* Bengston P.D.A. Deleir W., Jaspers E. (Eds). *Artemia* Research and applications. Ecology, culturing, use in Aquaculture. University press Wtteren, Belgium 3, 101-126.

Journal of Aquaculture Sciences Vol. 12, No 23, 46-53
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

Cultivation of *Artemia urmiana* in municipal wastewater treatment plant and underground saline water and its effect on growth, survival and reproductive factors

Behrang Daneshkhah, Naser Agh*, Farzaneh Noori

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

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

Received: 25.Jun.2024 **Accepted: 13.Oct.2024**

Abstract

Considering the cultivation of *Artemia* as a valuable food source for feeding aquatic larvae and the importance of using healthy water resources, this study investigates the cultivation of *Artemia urmiana* in treated wastewater and salty ground water, examining their effects on growth, survival, and reproductive factors. *Artemia* was cultured under six treatments, each with three replicates, including two control groups (salinities 60 and 120 ppt), two salinized treated urban wastewaters (salinities 60 and 120 ppt) and two salty ground waters (salinities 60 and 120 ppt). During the culture period, all groups were equally fed with the single-cell algae *Dunaliella salina* and wheat bran suspension. Growth, survival, and reproduction factors were measured on days 8, 11, 14, 17, 20, and 23. The results showed that the growth rate of *Artemia* in the salinized treated Urban wastewater (salinity 120 ppt) was significantly higher than in other treatments ($P<0.05$). The survival rate was lower in the treated wastewater compared to the control group, but this difference was not statistically significant ($P>0.05$). The number of offspring and nauplii were significantly higher in *Artemia* grown in urban wastewater (salinity 120) than in the control group ($P<0.05$). From these results, it can be concluded that unconventional waters have the potential to create a suitable environment for the cultivation of *A. urmiana*.

Keywords: Artemia, Wastewater treatment, Underground salt water, Growth and survival