

## مطالعه کمی و کیفی پساب کارخانه کاوه سودای مراغه جهت پرورش آرتمیا

مرضیه قره‌باغی\*<sup>۱</sup>، سیدمحمدتقی ساداتی‌پور<sup>۱</sup>، حسین غفوریان<sup>۱</sup> و ناصر آق<sup>۲</sup>

۱- دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

۲- پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی، دانشگاه ارومیه

### چکیده

هدف از انجام این پروژه بررسی کمی و کیفی پساب کارخانه کاوه سودا جهت پرورش آرتمیا به منظور استفاده بهینه از پساب کارخانه است. کارخانه کاوه سودای مراغه که در موقعیت جغرافیایی طول شرقی و عرض شمالی واقع شده است، و سدیم کربنات سبک و سنگین تولید می‌کند. پساب این کارخانه که حدود ۲/۵ میلیون متر مکعب در سال بوده و در استخرهای حاکی ذخیره می‌گردد، شور بوده و از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی با آب دریاچه ارومیه شباهت معینی دارد. پساب‌ها ابتدا از نظر دما، شوری، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، نیترات، سولفات، فسفات، کلراید، آمونیاک، سیلیس، نیکل، آهن، روی، کروم، کادمیم، سرب، COD, FCC, TCC, pH, EC, TDS, DO, BOD با استفاده از روش‌های متداول (در قسمت مواد و روش‌ها به آنها اشاره شده) مورد سنجش قرار گرفتند. پرورش دو گونه *Artemia* و *Artemia urmiana* و *parthenogenetica* در آب دو استخر ۷ و ۱۰ تحت شرایط استاندارد آزمایشگاهی در ۱۷ تیمار شامل: پساب خالص استخرها و همچنین به صورت مخلوط و همچنین پس از ترکیب با نسبت‌های مختلف از پساب و آب رودخانه و آب دریاچه ارومیه با غذادهی و بدون غذادهی انجام گرفت. کلیه آرتمیوها در آب خالص پساب‌ها در طی ۲-۳ روز تلف شدند، ولی در مخلوط ۵۰ درصد پساب همراه با ۵۰ درصد آب رودخانه، میزان بقای *Artemia parthenogenetica* ۴۰ درصد بود که فقط ۱۰ درصد کمتر از میزان آن در آب ۸۰ گرم در لیتر دریاچه ارومیه می‌باشد. پرورش گونه‌های آرتمیا در مخلوط آب رودخانه و پساب هر کدام به نسبت ۵۰ درصد تا زمان رسیدن به بلوغ جنسی و تولید نسل اول و رسیدن آنها تا مرحله بلوغ ادامه یافت شدت تلفات لاروهای تولید شده در آب‌های ترکیبی کمتر از میزان آن در والدین بود. تلفات *Artemia urmiana* در کلیه تیمارها به مراتب بیشتر از *Artemia parthenogenetica* بود، لذا گونه مزبور (*A. urmiana*) برای پرورش در پساب کارخانه گونه مناسبی نمی‌باشد. عوامل بازدارنده احتمالی قوی در آب خالص استخرها بر رشد و تولیدمثل آرتمیا غلظت خیلی بالای کلسیم، TDS, TH, نیکل، سیلیس، آمونیاک و نیترات تعیین گردید.

### واژگان کلیدی

پساب کارخانه پرورش، *Artemia parthenogenetica*, *Artemia urmiana*

## مقدمه

آرتمیا یکی از انواع مهم و سخت‌پوستان با گسترش جغرافیایی قابل توجه است که از آب‌های لب شور تا آب‌های خیلی شور، نظیر آب‌هایی کلریدی، آب‌های کربناتی و آب‌های فسفاتی که میزان املاح آنها ممکن است تا چند برابر آب دریا باشد زندگی می‌کند. (Sorgeloos, 1980, Van Stappen, 2006). از آنجایی که تکثیر و پرورش آبزیان در سراسر کشور و به خصوص تکثیر و پرورش میگو در جنوب کشور رونق روز افزون گرفته و برنامه‌ریزی‌های وسیعی برای توسعه هر چه بیشتر آن به عنوان یک کالای صادراتی انجام شده است، و با توجه به اینکه آرتمیا و سیست آن یکی از نیازهای مهم جهت آبی‌پروری است، با تولید آرتمیا از زیستگاه‌های طبیعی و یا از طریق پرورش آن در استخرهای خاکی به صورت مصنوعی نه تنها نیاز کشور به سیست و توده زنده آرتمیا تأمین خواهد شد بلکه کشورمان می‌تواند با صادرات مقادیر اضافی این محصول به یکی از مهم‌ترین صادرکنندگان *Artemia* و آن در جهان تبدیل شود (آق، ۱۳۸۱ و ۱۳۷۵).

دریاچه ارومیه از بزرگترین زیستگاه‌های طبیعی آرتمیا در دنیا ست ولی در چند سال گذشته به دلیل کاهش نزولات آسمانی، میزان شوری آب افزایش چشمگیری پیدا کرده و به ۳۳۰ ppt نیز رسیده است. شوری بالا باعث کاهش میزان تولید توده زنده و سیست آرتمیا توجه شده است. در حال حاضر اطلاع دقیقی از ذخایر فعلی آرتمیای دریاچه ارومیه در دسترس نمی‌باشد. در هر صورت و به ویژه در شرایط کنونی ضروری به نظر می‌رسد که علاوه بر بهره‌برداری از منابع طبیعی آرتمیا، بطور سالانه یا حداقل به صورت فصلی در شوره زارهایی که فاقد ارزش زراعی هستند، نظیر کناره‌های دریای عمان، خلیج فارس، دریای خزر، دریاچه ارومیه و دریاچه‌ها و آبگیرهای شور دیگر و پساب‌هایی نظیر پساب کارخانه کاوه سودا، به پرورش آرتمیا پرداخت و بدین وسیله امکان آن نیازهای هر منطقه به سیست و توده زنده آرتمیا تأمین فراهم آورد. این امر علاوه بر منافع اقتصادی می‌تواند در زمینه حل معضل بیکاری نیز سهم به‌سزایی داشته باشد (آق، ۱۳۸۱).

## مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از پساب تجمع یافته در چهار استخر ۱، ۵، ۷ و ۱۰ صورت گرفت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها شامل دما، شوری، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، نترات، سولفات، فسفات، کلراید، آمونیاک، سیلیس، نیکل، سرب، pH, EC, TDS, DO, BOD, COD, FCC, TCC تعیین گردید. استفاده از دستگاه‌های BOD سنج و فتومتر، جذب اتمی و Flame Photometer و DO متر EC متر و pH متر و شوری سنج و پلاروگراف و سنج‌های دستی، تیتراسیون با EDTA استفاده گردید، و بسته به نمونه‌ی مورد سنجش قرار گرفت. در بعضی از نمونه‌ها بار رفع مزاحمت‌ها، توسط شلاته‌کننده‌ها و در سنجش فاکتورهایی مثل کلراید و شوری و کلسیم و سدیم و EC, TDS که دارای غلظت خیلی بالایی بودند ابتدا نمونه‌ها ده تا بیست برابر رقیق‌سازی و سپس اندازه‌گیری شد. نمونه‌های رسوب ذوب قلیایی و تغلیظ و سپس با جذب اتمی اندازه‌گیری شد. پروژه از ۵ اردیبهشت ماه ۱۳۸۷ تا پایان مرداد سال ۱۳۸۷ به مدت ۵ ماه در پژوهشکده‌ی آرتمیای ارومیه اجرا شود. (آزاد، سلاجغه و شمسی‌پور، کارگشا. ۱۳۶۷- پورنقی آذر، گلابی. ۱۳۶۶- جباری. ۱۳۷۹- روف، میلانی. ۱۳۷۷- منظوری لشکر. ۱۳۷۶- مرکز تحقیقات استان مازندان بخش آبشناسی. روش‌های آنالیز شیمیایی ۱۳۷۵). که نهایتاً آب شماره ۷ و ۱۰ به دلیل مشابهت بیشتر به ترکیبات در ارومیه جهت پژوهش انتخاب گردید.



شکل ۱- شمایی از استخرهای مختلف پساب کارخانه و استخرهایی که نمونه‌برداری از آنها انجام گرفته است. (نقاط سیاه علامت‌گذاری شده به ترتیب از راست به چپ استخرهای ۱ و ۵ و ۷ و ۱۰ و نزدیک‌ترین استخر به خروجی پساب کارخانه استخر ۱ است.)

برای پرورش آرتمیا مقدار ۱۰۰ لیتر از آب دو استخر شماره‌های ۷ و ۱۰ که شباهت بیشتری به آب دریاچه ارومیه داشتند به آزمایشگاه انتقال داده شد. دو گونه آرتمیا ارومیانا و آرتمیا پارتوژنتیکا بومی دریاچه ارومیه (آق و نوری ۱۳۷۶ و Agh et al.,) برای پرورش تحت شرایط استاندارد آزمایشگاهی انتخاب شدند. محیط پرورش آرتمیا در ۴ گروه آزمایشی جمعاً شامل ۱۷ تیمار مختلف به شرح زیر آماده شد:

#### گروه ۱: (آرتمیا ارومیانا و آرتمیا پارتوژنتیکا)

- ۱- آب خالص پساب از استخرهای ۷ و ۱۰ بدون افزودن غذا.
- ۲- آب خالص پساب از استخرهای ۷ و ۱۰ با غذادهی روزانه.
- ۳- آب رقیق شده دریاچه ارومیه و با تنظیم شوری در ۸۰ قسمت در هزار با غذادهی روزانه.

#### گروه ۲: (آرتمیا ارومیانا و آرتمیا پارتوژنتیکا)

- ۱- مخلوط ۷۵ درصد آب پساب + ۲۵ درصد آب دریاچه ارومیه بدون غذادهی.
- ۲- ۷۵ درصد آب پساب + ۲۵ درصد آب دریاچه ارومیه با غذادهی روزانه.
- ۳- ۵۰ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب دریاچه ارومیه بدون غذادهی.
- ۴- ۵۰ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب دریاچه ارومیه با غذادهی روزانه.
- ۵- آب رقیق شده دریاچه ارومیه با غذادهی روزانه و با تنظیم شوری در ۸۰ قسمت در هزار.

#### گروه ۳: (آرتمیا ارومیانا و آرتمیا پارتوژنتیکا)

- ۱- ۷۵ درصد آب پساب + ۲۵ درصد آب رودخانه با غذادهی روزانه.
- ۲- ۵۰ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه با غذادهی روزانه.
- ۳- ۵۰ درصد آب پساب + ۲۵ درصد آب رودخانه + ۲۵ درصد آب دریاچه با غذادهی روزانه.

- ۴- ۲۵ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه + ۲۵ درصد آب دریاچه با غذادهی روزانه.  
 ۵- ۲۵ درصد آب پساب + ۲۵ درصد آب رودخانه + ۵۰ درصد آب دریاچه با غذادهی روزانه.  
 ۶- آب رقیق شده دریاچه ارومیه با غذادهی روزانه و با تنظیم شوری در ۸۰ قسمت در هزار.

#### گروه ۴: (آرتمیا پاراتوژنتیکا)

- ۱- ۵۰ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه با غذادهی روزانه.  
 ۲- ۲۵ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه + ۲۵ درصد آب دریاچه با غذادهی روزانه.  
 ۳- آب رقیق شده دریاچه ارومیه با غذادهی روزانه و با تنظیم شوری در ۸۰ قسمت در هزار.

سیست آرتمیا ارومیا و آرتمیا پاراتوژنتاز از «پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبی دانشگاه ارومیه» تهیه گردید. سیستم‌ها با استفاده از روش استاندارد تخم‌گشایی شدند (VanStappen, 1996) و تعداد ۴۰۰ ناپلی تازه تخم‌گشایی شده شمارش و به هر یک از ظروف مخروطی- استوانه‌ای حاوی آب پساب و یا ترکیب‌هایی از آب پساب، رودخانه و دریاچه ارومیه بشرح فوق انتقال یافتند (Agh et al., 2006). نمونه‌های مزبور تا رسیدن به مرحله بلوغ جنسی پرورش یافتند. برای تغذیه آرتمیایا از جلبک تک سلولی *Dunaliella tertiolecta* و مخمر پوشش‌دار LansyPZ طبق فرمول استاندارد استفاده شد (Coutteau et al., 1992). تولیدمثل آرتمیایا بالغ در درون همان محیط انجام شد. ناپلی‌های تولید شده توسط هر تیمار پس از شمارش به ظروف مخروطی- استوانه‌ای جدید منتقل گردید و تا رسیدن به بلوغ جنسی پرورش یافت. میزان تلفات آرتمیایا نسل اول محاسبه و با گروه والدینی مقایسه شد. بررسی آماری نتایج با نرم‌افزار Spss، با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون Tukey انجام گرفت.

#### نتایج

##### نتایج آنالیز آب استخرها و انتخاب پساب‌ها برای پرورش آرتمیا

نتایج آنالیز آب ۴ استخر ۱، ۵، ۷ و ۱۰ و آب‌های مخلوط شده، در جداول (۱، ۲، ۳) مشاهده می‌شود، توجه به ارقام نشان می‌دهد که آب دو استخر ۱ و ۵ برای پرورش آرتمیا مناسب نبوده. لذا فقط از آب استخرهای ۷ و ۱۰ به صورت مخلوط با آب رودخانه برای پرورش آرتمیا استفاده شد.

در نتایج آنالیز کامل پساب ۴ استخر مورد مطالعه و مخلوط شامل آب‌های (مخلوط ۲) یعنی مخلوط ۲۵ درصد پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه + ۲۵ درصد آب دریا و مخلوط توضیح داده شود یعنی ۵۰ درصد پساب کارخانه + ۵۰ درصد آب رودخانه که پرورش آرتمیا در آنها انجام گرفته، نشان می‌دهند.

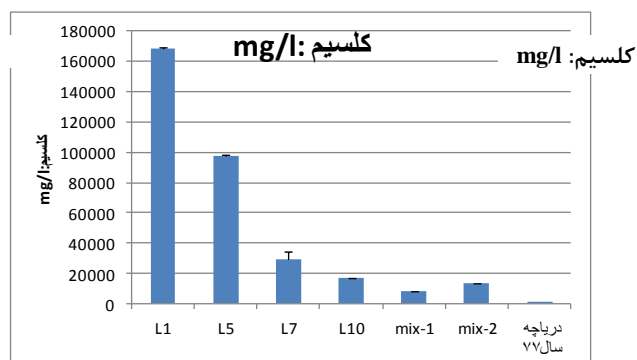
جدول ۱- نتایج آنالیز فیزیکی و شیمیایی پساب، اسمزهای ۱ و ۵ و ۷ و ۱۰ و آب‌های (مخلوط ۲) و (مخلوط ۱)

اندازه شده	واحد	پساب اسمز ۱	پساب اسمز ۵	پساب اسمز ۷	پساب اسمز ۱۰	مخلوط ۱	مخلوط ۲
		نمونه					
دما	درجه سانتی‌گراد	۲۶/۴	۲۶/۵	۲۷/۱	۲۶/۵	۲۱/۰	۲۱/۰
هدایت الکتریکی (EC)	میکروگرم بر سانتی‌متر	۴۵۶۸۶۶/۷	۳۷۳۰۰۰/۰	۲۷۶۰۶۶/۷	۱۹۷۴۵۰/۰	۱۱۰۰۶۶/۷	۱۶۱۰۰۰/۰
T.D.S	گرم بر لیتر	۴۲۱۰۰۰/۰	۳۰۷۶۶۶/۷	۲۵۹۸۳۳/۳	۱۸۰۹۳۳/۳	۹۰۶۱۶/۶۷	۱۳۲۰۳۳/۳
PH		۱۰/۹	۸/۹	۸/۱۴	۸/۲۲	۸/۰۲۳۳۳۳	۶/۸
DO	میلی‌گرم بر لیتر	۴/۴	۷/۲	۷/۶	۸/۱	۷/۹	۷/۷
BOD5	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰	۲/۷	۰/۲	۰/۲	۱/۱	۱/۷

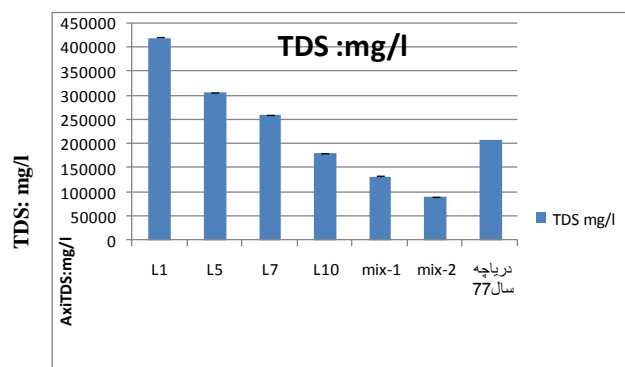
COD	میلی گرم بر لیتر	۵۰۳/۳	۷۰۶/۶	۳۵۹/۰	۲۲۳/۰	۸۵/۶	۱۱۷/۰
Salinity	قسمت در هزار	۲۰۳/۸	۱۹۱/۶	۱۲۱/۶	۱۰۰/۴	۵۰/۰	۴۳/۰
(T.H) یعنی کل	میلی گرم بر لیتر	۶۰۸۰۰/۰	۵۶۶۶۶/۶	۴۷۶۰۰/۰	۴۴۶۶۶/۶	۲۴۰۳۳/۳	۲۹۱۰۰/۰

جدول ۲- نتایج بررسی و اندازه‌گیری غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در پساب، اسمزهای ۱ و ۵ و ۷ و ۱۰ آب‌های (مخلوط ۲) و (مخلوط ۱)

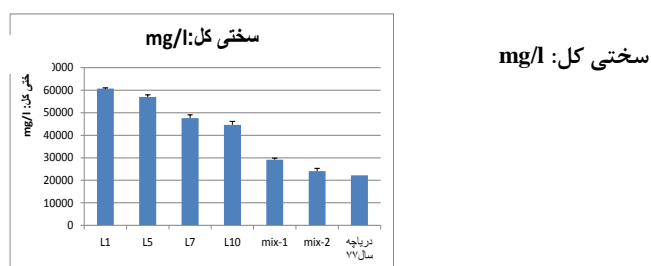
نمونه آب یون‌های اندازه شده	واحد	اسمز ۱	اسمز ۵	اسمز ۷	اسمز ۱۰	مخلوط ۱	مخلوط ۲
کلسیم	میلی گرم بر لیتر	۱۶۸۷۰۰	۹۷۶۵۰	۲۸۹۶۶/۶۷	۱۶۸۰۰	۱۳۶۰۰	۸۱۲۶/۶۶۷
منیزیم	میلی گرم بر لیتر	۴۳۸۳/۳۳۳	۹۸۳/۳۳۳۳	۱۵۳۳/۳۳۳	۳۷۰۳/۳۳۳	۵۰/۳۳۳۳	۲۲۰/۳۳۳۳
سدیم	میلی گرم بر لیتر	۴۸۶۴۰	۳۶۰۶۶/۶۷	۳۴۵۰۶/۶۷	۱۹۵۳۰	۲۶۱۵۳/۳۳	۶۳۹۶/۶۶۷
پتاسیم	میلی گرم بر لیتر	۲۰۰	۱۰۲/۶۶۶۷	۵۲۵	۶۱۳/۳۳۳۳	۳۷۰/۳۳۳۳	۳۴۰/۶۶۶۷
کلراید	میلی گرم بر لیتر	۲۰۰۰۳۶/۶	۱۸۵۳۲۶/۷	۱۱۵۳۳۳/۳	۱۰۴۶۶۶/۷	۴۰۵۳۳/۳۳	۴۸۰۳۳/۳۳
سلفات	میلی گرم بر لیتر	۴۵۰	۶۹۶/۶۶۶۷	۷۰۶/۶۶۶۷	۷۳۳/۳۳۳۳	۱۸۴/۶۶۶۷	۱۹۰/۳۳۳۳
فسفات	میلی گرم بر لیتر	۰/۶۴	۰/۵۷	۰/۴۸۳۳۳۳	۰/۴۳۶۶۶۷	۱/۷۰۶۶۶۷	۴/۷۶۳۳۳۳
نیترات	میلی گرم بر لیتر	۱۰۰/۴۶۶۷	۲۹/۸۳۳۳۳	۱۰۳/۲	۱۰۰/۹۶۶۷	۳/۴۱	۳/۱۸
آمونیاک	میلی گرم بر لیتر	۲۶/۶۶۶۶۷	۱۲/۶۶۶۶۷	۵/۰۶۶۶۶۷	۴/۱۳۳۳۳۳	۰/۰۱۷۷۷۸	۰/۰۱۱۵۴۷
سیلیس	میلی گرم بر لیتر	۸۹/۴۶۶۶۷	۷۳	۵۸/۲۶۶۶۷	۵۲/۳۳۳۳۳	۳۲/۲	۳۰
نیکل	میلی گرم بر لیتر	۴۶/۳۰	۴۴/۱۶	۴۱/۶۸	۴۰/۰۰	۲۲/۶۰	۳۴/۹۳
سرب	میلی گرم بر لیتر	trace	Trace	trace	trace	trace	۴/۱۶



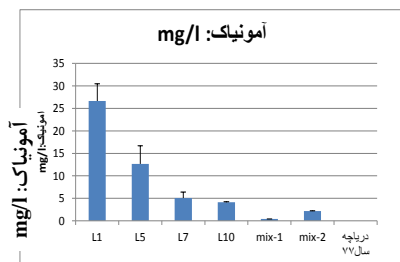
شکل ۱- مقادیر غلظت کلسیم، در اسمزهای ۱ و ۵ و ۷ و ۱۰ و مخلوط‌های ۱ و ۲ و دریاچه‌ی ارومیه در سال ۱۳۸۷.



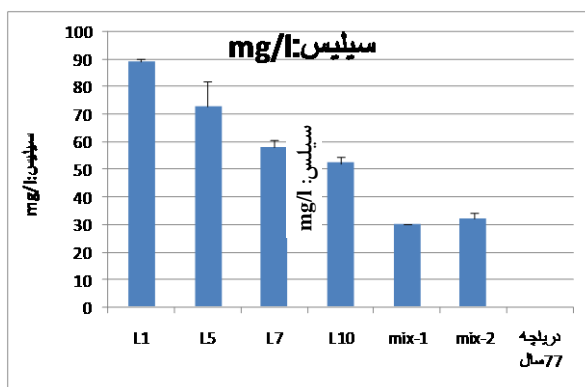
شکل ۲- مقادیر غلظت کل مواد محلول (TDS)، در اسمزهای ۱ و ۵ و ۷ و ۱۰ و مخلوط ۲ و ۲ و دریاچه‌ی ارومیه در سال ۱۳۸۷.



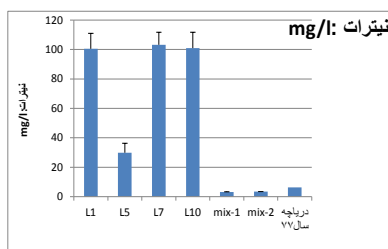
شکل ۳- مقادیر سختی کل، در اسمزهای ۱ و ۵ و ۷ و ۱۰ و مخلوط ۱ و ۲ و دریاچه‌ی ارومیه در سال ۱۳۸۷.



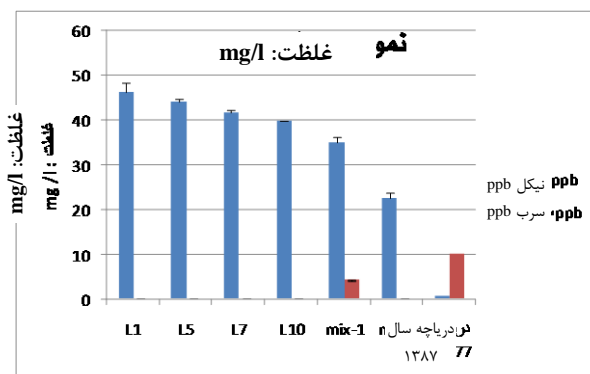
شکل ۴- مقادیر غلظت آمونیاک، در آسمزهای ۱ و ۵ و ۷ و ۱۰ و مخلوط ۱ و ۲ و دریاچه‌ی ارومیه در سال ۱۳۸۷.



شکل ۵- مقادیر غلظت سیلیس، در آسمزهای ۱ و ۵ و ۷ و ۱۰ و مخلوط ۱ و ۲ و دریاچه‌ی ارومیه در سال ۱۳۸۷.



شکل ۶- مقادیر غلظت نیترات، در آسمزهای ۱ و ۵ و ۷ و ۱۰ و مخلوط ۱ و ۲ و دریاچه‌ی ارومیه در سال ۱۳۸۷.



شکل ۷- مقادیر غلظت فلزات نیکل و سرب، در اسمزهای ۱ و ۵ و ۷ و ۱۰ و مخلوط ۱ و ۲ و دریاچه‌ی ارومیه در سال ۱۳۸۷.

### نتایج پرورش آرتمیا

نتایج پرورش آرتمیا در تیمارهای مختلف ۱۷ گانه در جدول‌های شماره (۴-۷) و شکل‌های (۸ و ۹) مشاهده می‌گردد.

جدول ۴- درصد بقای *Artemia urmiana* و *Artemia parthenogenetical* پرورش یافته در پساب‌های خالص و آب دریاچه ارومیه (گروه آزمایشی ۱)

شمار	گونه	پساب‌های خالص بدون غذادهی	پساب‌های خالص با غذادهی	آب دریاچه‌ی ارومیه با غذادهی در ۸۰ ppt
گروه ۱	آرتمیا ارومیا	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
	آرتمیا پارتنوژنز	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	55 <sup>b</sup>

حروف غیر مشابه در هر ردیف و ستون نشانگر وجود اختلاف معنی بین تیمارها است.

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد آرتمیاها قادر به تحمل آب خالص پساب‌ها نبوده و حداکثر طی دو الی سه روز به طور کامل تلف می‌شوند. در حالی که آرتمیاهایی که در آب دریاچه ارومیه با شوری ۸۰ گرم در لیتر پرورش یافته بودند بین ۵۵ الی ۶۰ درصد بازماندگی داشتند.

جدول ۵- درصد بقای آرتمیا ارومیا و آرتمیا پارتنوژنز تحت تیمارهای مختلف، مخلوط پساب کارخانه با آب دریاچه ارومیه (گروه آزمایشی ۲)

	۷۵ درصد آب پساب +	۵۰ درصد آب پساب +	۲۵ درصد آب پساب +	۵۰ درصد آب پساب +	۷۵ درصد آب پساب +	
	۲۵ درصد آب دریاچه ارومیه بدون غذادهی	۵۰ درصد آب دریاچه ارومیه بدون غذادهی	۲۵ درصد آب دریاچه ارومیه بدون غذادهی	۵۰ درصد آب دریاچه ارومیه بدون غذادهی	۷۵ درصد آب دریاچه ارومیه بدون غذادهی	آرتمیا ارومیا
گروه ۲	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	آرتمیا پارتنوژنز
	62 <sup>c</sup>	59 <sup>c</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	

حروف غیر مشابه در هر ردیف و ستون نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها است

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد آرتمیاها قادر به رشد در مخلوط، ۷۵ درصد آب پساب + ۲۵ درصد آب دریاچه ارومیه بدون غذادهی و مخلوط ۵۰ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب دریاچه ارومیه بدون غذادهی و مخلوط، ۷۵ درصد آب پساب + ۲۵ درصد آب دریاچه



ارومیه با غذادهی نبوده و تلف می‌شوند. ولی در مخلوط، ۵۰ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب دریاچه ارومیه با غذادهی فقط آرتیمیا پا را تو ژنز به میزان ۱۰ درصد رشد نمود. در حالی که آرتیمیاهایی که در آب دریاچه ارومیه با شوری ۸۰ قسمت در هزار پرورش یافته و بین ۵۹ الی ۶۲ درصد بازماندگی داشتند.

جدول ۶- بررسی اولیه بقای آرتیمیا ارومیانا و آرتیمیا پارتنوژنز تحت تیمارهای مختلف مخلوط پساب و آب رودخانه و آب دریاچه ارومیه (گروه آزمایشی ۳)

آب دریاچه ارومیه با غذادهی در ۸۰ قسمت در هزار	۲۵ درصد آب پساب + ۲۵ درصد آب رودخانه با غذادهی	۲۵ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه + ۲۵ درصد آب دریاچه با غذادهی	۵۰ درصد آب پساب + ۲۵ درصد آب رودخانه + ۲۵ درصد آب دریاچه با غذادهی	۵۰ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه با غذادهی	۷۵ درصد آب پساب + ۲۵ درصد آب رودخانه با غذادهی		
61 <sup>d</sup>	10 <sup>b</sup>	9 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	آرتیمیا ارومیانا	گروه ۳
60 <sup>d</sup>	10 <sup>b</sup>	30 <sup>c</sup>	9 <sup>b</sup>	29 <sup>c</sup>	0 <sup>a</sup>	آرتیمیا پارتنوژنز	

حروف غیر مشابه در هر ردیف و ستون نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است

نتایج جدول (۶) نشان می‌دهد در مخلوط آب‌های پرورشی، Artemia parthenogenetical در مخلوط‌های ۲۵٪ آب پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه + ۲۵ درصد آب دریاچه با غذادهی و در مخلوط ۵۰ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه با غذادهی حدود ۳۰ درصد الی ۲۹ درصد رشد داشته و بهترین رشد را در این تیمارها داشتند، در حالی که میزان بقا آرتیمیاها در آب دریاچه ارومیه با شوری ۸۰ قسمت در هزار برای این نسل آرتیمیاها بین ۶۱ الی ۶۰ درصد است.

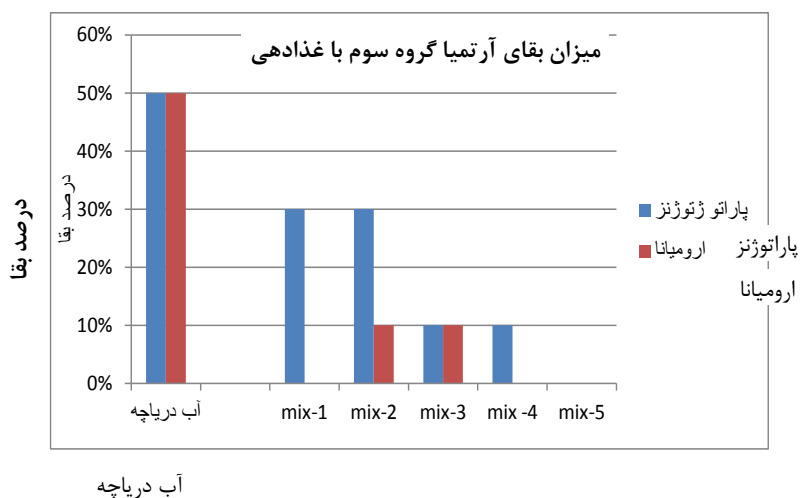
جدول ۷- بررسی قابلیت تولیدمثلی آرتیمیا پارتنوژنز تحت تیمارهای مختلف مخلوط پساب و آب رودخانه و آب دریاچه ارومیه (گروه آزمایشی ۴)

آب دریاچه ارومیه در ۸۰ قسمت در هزار با غذادهی	۲۵ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه + ۲۵ درصد آب دریاچه با غذادهی	۵۰ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه با غذادهی		
62 <sup>c</sup>	48 <sup>b</sup>	29 <sup>a</sup>	آرتیمیا پارتنوژنز	گروه ۳
69 <sup>c</sup>	48 <sup>b</sup>	45 <sup>b</sup>	آرتیمیا پارتنوژنز نسل اول	گروه ۴

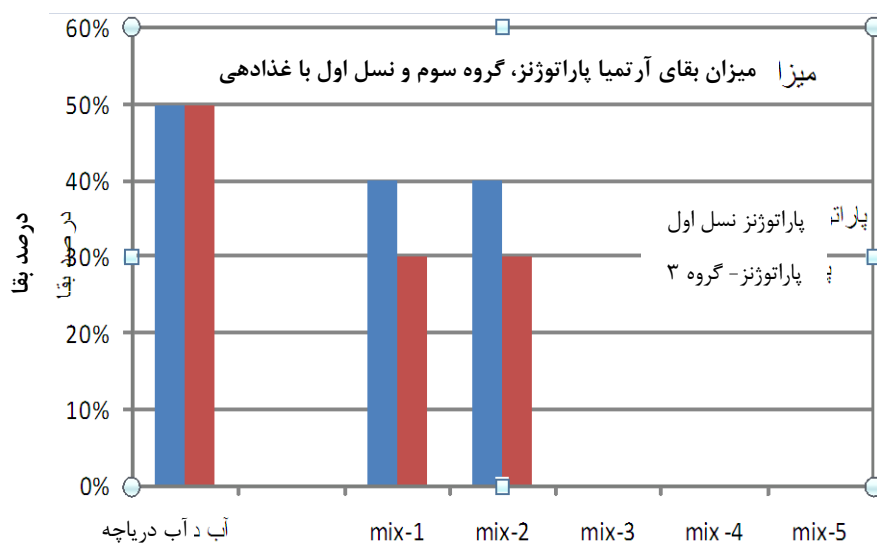
حروف غیر مشابه در هر ردیف و ستون نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد.

نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد آرتیمیا پارتنوژنز در گروه ۳، در مخلوط، ۵۰ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه با غذادهی رشدی حدود ۲۹ درصد و گروه ۴ حدود ۴۵ درصد بازماندگی دارد و در مخلوط، ۲۵ درصد آب پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه + ۲۵ درصد آب دریاچه با غذادهی گروه ۳، ۳۰ درصد و گروه ۴، ۴۸ درصد بازماندگی داشتند به طوری که نشان داده شده، میزان بازماندگی نسل اول نسبت به والدین زیاد است. که فقط ۱۰ درصد کمتر از میزان بقا آنها در آب دریاچه آن هم در بهترین شرایط برای رشد آرتیمیا است. این در در حالی است که آرتیمیاهایی که در آب دریاچه ارومیه با شوری ۸۰ قسمت در هزار پرورش یافته بود بین ۶۲ الی ۶۹ درصد بازماندگی داشتند.

نتایج پرورش آرتیمیا در آب‌های (mix-2) مخلوط ۲۵ درصد پساب + ۵۰ درصد آب رودخانه + ۲۵ درصد آب دریا و (mix-1) مخلوط ۵۰ درصد پساب کارخانه + ۵۰ درصد آب رودخانه، به صورت شکل‌های (۸ و ۹) نشان داده شده:



شکل ۸- میزان بقای دو نوع آرتمیا گروه سوم با غذادهی



شکل ۹- میزان بقای آرتمیا پاراتونژن، گروه سوم و نسل اول با غذادهی

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج آنالیز شیمیایی پساب کارخانه کاوه سودا در استخرهای شماره ۱ و ۵ و ۷ و ۱۰ نشان داد که غلظت بعضی از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی نظیر EC، TDS، pH، COD، شوری، سختی کل، کلسیم، سدیم، کلراید، فسفات، آمونیاک، سیلیس، از استخر ۱، ۵، ۷ و ۱۰ طی مسیر کاهش پیدا کرده و به نظر می‌رسد در طول مسیر حرکت پساب به طرف استخرهای انتهایی، رفته‌رفته کاهش یافته و پساب کیفیت بهتری نسبت به استخرهای اول پیدا نموده است. در مقایسه‌ی پساب با آب دریاچه ارومیه، غلظت بعضی از عناصر پساب بیشتر از دریاچه و بعضی کمتر از دریاچه و بعضی نیز تقریباً مشابه دریاچه می‌باشد. نتایج نهایی آنالیزها نشان داد پارامترهای فیزیکی و

شیمیایی پساب‌های تجمع یافته در حدود نیمی از استخرهای مجتمع شباهت زیادی به آب دریاچه ارومیه دارد. لذا به نظر می‌رسد امکان پرورش آرتمیا در آن استخرها وجود داشته باشد.

نتایج پرورش دو گونه آرتمیا/ارومیانا و آرتمیا پارتنوژنتیکا در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که امکان پرورش آرتمیا در آب خالص پساب‌ها وجود ندارد و آرتمیاها احتمالاً به علت بالا بودن غلظت نیکل، کلسیم، سختی کل و آمونیاک و همچنین احتمالاً به علت عوامل ناشناخته دیگری در طی ۲-۳ روز می‌میرند. تهیه مخلوط پساب‌ها با آب رودخانه و آب رقیق شده دریاچه ارومیه احتمالاً باعث رقیق‌تر شدن عوامل روز گردیده، و لذا نتایج آزمایشات نشان داد که آرتمیا ارومیانا احتمالاً به علت حساسیت بیشتر و عدم توانایی به سازش با شرایط جدید نمی‌تواند حتی در آب‌های مخلوط نیز رشد نماید. ولی از آنجایی که آرتمیا پارتنوژنز از قابلیت سازش پذیری خیلی بالاتری نسبت به آرتمیا ارومیانا برخوردار است و به طور طبیعی نیز در انواع مختلفی از آب‌ها با شرایط فیزیکی و شیمیایی متفاوت یافت می‌شود (Agh *et al.*, 2001, 2002, 2004; Agh, 2007 and Abatzopolous *et al.*, 2006) توانست در ترکیب ۵۰ درصد آب رودخانه و ۵۰ درصد آب پساب استخرهای ۷ و ۱۰ و مخلوط ۲۵ درصد پساب کارخانه و ۵۰ درصد آب رودخانه و ۲۵ درصد آب دریاچه ارومیه رشد و تولیدمثل نماید. درصد بقای آرتمیا پارتنوژنز در مخلوط فوق به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها و نسبت به تیمارهای آرتمیا ارومیانا بیشتر بود ( $P < 0.05$ ). با توجه به اینکه مولدین آرتمیا پارتنوژنز از قابلیت تولیدمثلی نیز برخوردار شده و تعداد کثیری ناپلی زنده در محیط‌های پرورشی تولید نمودند، قابل پیش‌بینی است که این نوزادان احتمالاً از قابلیت سازش بالاتری نسبت به مولدین برای زیست در شرایط پرورشی فوق برخوردار باشند. نتایج ادامه آزمایش نشان داد آرتمیا‌های نسل اول آرتمیا با قاطعیت معنی‌داری از نظر آماری ثابت نمود که چون خود در شرایط آزمایشگاهی و تحت تیمار خاصی زاده و رشد نموده‌اند از ظرفیت‌های بیشتری برای رشد در همان شرایط دارا می‌باشد ( $P < 0.05$ ). از این پدیده می‌توان استنباط نمود که آرتمیا احتمالاً در نسل‌های بعدی می‌تواند ظرفیت سازش‌پذیری خود را افزایش داده و با گذشت چند نسل به طور کامل شرایط جدید زیستی را تحمل نماید.

به نظر می‌رسد عوامل محدودکننده پرورش آرتمیا در پساب با غلظت بالای اولیه همان عوامل موجود در آب دریاچه باشد، به طوری که با افزودن آب رودخانه و کاهش غلظت یون‌های مذکور شرایط مناسب‌تری برای رشد و تولیدمثل آرتمیا فراهم گردید. بر اساس نتایج آنالیزهای فیزیکی‌شیمیایی پساب استخرها و مخلوط‌های پرورشی تهیه شده و آب دریاچه ارومیه و نتایجی که از پرورش آزمایشگاهی آرتمیا به دست آمده می‌توان، در مورد اثر احتمالی غلظت بالای بعضی از فاکتورهای فیزیکی‌شیمیایی پساب بر رشد و تولیدمثل آرتمیا اظهار نظر نمود. با بررسی تغییرات غلظت فاکتورهای فیزیکی‌شیمیایی در طی مسیر پایش از استخر ۱، ۵، ۷ تا ۱۰ و وضعیت عمومی پرورش آرتمیا در شرایط آزمایشگاهی، به نظر می‌رسد که مهم‌ترین عوامل بازدارنده احتمالی بر رشد و تولیدمثل آرتمیا در آب خالص پساب‌ها عبارتند از:

۱- غلظت بالای یون کلسیم، باعث ایجاد رسوب ترکیبات کلسیمی در کناره‌های ظروف پرورشی آرتمیا و بدن آرتمیا و به ویژه ایجاد رسوب در آبشش‌های بسیار ظریف آرتمیا شده و در نتیجه موجب مرگ آرتمیاها خواهد شد.

۲- بالا بودن مقدار سختی کل (T.H) میزان کل مواد جامد محلول (TDS) نیز شرایط مشابه غلظت بالای کلسیم ایجاد کرده و باعث مرگ و میر آرتمیا می‌شود.

۳- نیکل سمی است و غلظت بالای آن می‌تواند برای آرتمیا مانند هر موجود زنده‌ی دیگر اثرات بازدارندگی در رشد و تولیدمثل داشته باشد.

۴- غلظت بالای آمونیاک برای آبزیان مضر است و آرتمیا نیز به عنوان یک موجود آبزی ممکن است تحت تأثیر اثرات سمی غلظت بالای آمونیاک قرار گرفته و رشد و تولیدمثل آن کاهش یابد و تأثیر منفی غلظت بالای سیلیس و نیترات بر رشد و تولیدمثل آرتمیا، در نهایت با توجه به هدف این تحقیق می‌توان جمع‌بندی نمود که آرتمیا پارتنوژنز برکه‌های اطراف دریاچه ارومیه از توانایی‌های بالاتری نسبت به آرتمیا ارومیانا برای سازش با شرایط جدید و سخت‌تر برخوردار می‌باشد. لذا بخاطر این ویژگی خاص می‌توان از این آرتمیا برای پرورش در پساب‌های کارخانه کاوه سودای مراغه پس از اعمال تغییراتی در کیفیت پساب‌ها استفاده نمود.

## منابع

- آزاد، ژیلا؛ سلاجغه، عبدالرضا؛ شمسی‌پور، مجتبی و کارگشا، کاظم. ۱۳۶۷. اصول تجزیه‌ی دستگاهی جلد اول. مرکز نشر دانشگاهی تهران، ایران.
- آق، ناصر. ۱۳۷۵. سیکل زندگی و ارزش غذایی آرتمیا. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران.
- آق، ناصر. ۱۳۸۱. بررسی بیولوژیکی و اکولوژیکی آرتمیای دریاچه ارومیه. گزارش نهایی طرح تحقیقات ملی، شورای پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران.
- آق. ناصرنوری و فرزانه. ۱۳۷۶. معرفی یک گونه بکرزای *Artemia* از حوالی دریاچه ارومیه و مقایسه مورفولوژیکی آن با *A. urmiana*. خلاصه مقالات و اولین کنگره جانورشناسی ایران. دانشگاه تربیت معلم، تهران.
- پورنقی آذر، محمدحسین و گلابی، سیدمهدی. ۱۳۶۶. اصول شیمی تجزیه‌ای جلد دوم انتشارات نوبل، تبریز، ایران.
- جباری، م. ۱۳۷۹. پارامترهای کیفی آب و استانداردهای زیست محیطی. سمینار کارشناسی ارشد شیمی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد واحد تهران شمال. تهران، ایران.
- روف، جهان بخش و میلانی، سیدمحمدرضا. ۱۳۷۷. اصول روش‌های الکتروشیمی تجزیه‌ای. انتشارات دانشگاه تبریز، ایران.
- منظوری لشکر، جمشید. ۱۳۷۶. تجزیه اسپکتروشیمیایی به وسیله جذب و نشر اتمی. دانشگاه تبریز، ایران.
- وزارت جهاد سازندگی. ۱۳۷۵. مرکز تحقیقات استان مازندران بخش آبشناسی. روش‌های آنالیز شیمیایی. بابلسر، ایران.
- Astandard method, vol: 1, 2 (5-11).
- Abatzopoulos, T.; Agh, N.; Sevedm, R. & Sorgeloos, P. 2006. *Artemia* Sites in Iran. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 86: 299-307.
- Agh, N.; Theodore, J.; Abatzopoulos, Kappas.I.; Gilbert Van, S.; Seyed M.; Razavi Rouhani, & 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.; Sorgeloos P.; Abatzopoulos T.; Razavi Rouhani S.M. & Lotfi, G.V. 2001. *Artemia* resources in Iran. International workshop on *Artemia*, In Abstract Book of International Workshop on *Artemia*, *Artemia & Aquatic Animals*. Research Center, Urmia University, Urmia, 12<sup>th</sup> 15 May 2001, pp. 11.
- Agh, N. 2002. Co-existence of bisexual and parthenogenetic *Artemia* populations in Lake Urmia. In Abstracts of China regional workshop on *Artemia*, Salt Research Institute, Beijing, *Artemia Biodiversity.*, pp. 24-25.
- 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.
- Sorgeloos, P. 1980. Life history of the brine shrimp, *Artemia*. In: *The brine shrimp Artemia*. Universa Press, Wetteren, Belgium, pp ix-xxii.