مقاله علمی - پژوهشی:

مروری بر ذخایر آرتمیا در دریاچه ارومیه (۱۴۰۰-۱۲۷۷)

فریدون محبی[۱]، مسعود صیدگر*[۱]، محمود حافظیه[۲]، بایرامعلی داداش پور[۱]، ژاله علیزاده اوصالو[۱]

*seidgar21007@yahoo.com

۱- مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، مؤسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۲- مؤسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۴۰۱

چکیده

این مطالعه به بررسی تغییرات تراکم توده زنده و سیست آرتمیا در دریاچه ارومیه در طول دوره‌های مختلف زمانی می‌پردازد. با این‌حال، به بررسی تغییرات جمعیت آرتمیا در سایر دریاچه‌های بسیار شور نظیر دریاچه بزرگ نمک آمریکا، بحرالمیت و دریاچه گریزمیر در نیوزیلند نیز پرداخته شده است. حدود ۱۲۵ سال قبل، Günther (۱۸۹۹) اولین ذخایر آرتمیا را در دریاچه ارومیه تخمین زده است. پس از وی، در دوره‌های مختلف زمانی، محققین مختلف تراکم آرتمیای دریاچه ارومیه را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. از مهم‌ترین آنها می‌توان به مطالعات انجام شده در سه دهه گذشته اشاره نمود. اوج جمعیت آرتمیا را می‌توان در دهه هفتاد در دریاچه ارومیه مشاهده کرد که مقارن با بالاترین سطح تراز آب است. پس از آن، آب دریاچه ارومیه روند نزولی داشته که این امر در جمعیت آرتمیا و تراکم سیست، نمود داشته است. در دهه ۹۰ دریاچه ارومیه با بحران کم آبی مواجه شده است و جمعیت آرتمیا افت شدیدی نشان می‌دهد. با توجه به شباهت‌های زیاد دریاچه ارومیه با دریاچه بزرگ نمک آمریکا، به مطالعات مربوط به این دریاچه پررنگ تر پرداخته شده است. به طور کلی، تراکم سیست آرتمیا از حدود ۲۵۰۰ عدد در لیتر در دهه ۷۰ به ۴/۶ عدد در لیتر در دهه ۹۰ و در همین زمان تراکم توده زنده آرتمیا از ۱۵۰۰ عدد در مترمکعب به ۴ عدد در مترمکعب کاهش یافته است. کاهش سطح آب دریاچه و هم‌زمان افزایش شوری آن به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش جمعیت آرتمیا محسوب می‌شود. از عوامل مهم دیگر در کاهش جمعیت آرتمیا در دریاچه ارومیه می‌توان به کاهش محسوس جمعیت جلبک‌ها به‌ویژه جلبک *Dunaliella salina* که غذای اصلی آرتمیا را تشکیل می‌دهد، اشاره کرد.

لغات کلیدی: ذخایر آرتمیا، دریاچه ارومیه، سیست، توده زنده، هیپرسالین، کاهش آب

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

مقدمه

تعداد مطالعات اکولوژیک که بر جمعیت‌های آرتمیا در زیستگاه‌های طبیعی انجام گرفته است، بسیار محدود است. در بیشتر موارد، این مطالعات به دریاچه‌های با اندازه کوچک یا به استخرهای تولید نمک اداره شده به‌وسیله انسان اشاره می‌کنند. اگرچه مطالعات متعددی بر ارزیابی تولید و صید پایدار ذخایر طبیعی ماهی و سایر موجودات آبزی وجود دارد، ولی این بررسی‌ها ارتباطی با مطالعه آرتمیا ندارند. به علت پراکنش خاص آرتمیا در محیط زندگی و ساختار جمعیتی و چرخه زندگی خاص آن، آنالیز و نتایج این مطالعات را نمی‌توان به آرتمیا تعمیم داد. اختلاف در میزان پارامترهایی که برای بیان تولید آرتمیا به‌کار می‌روند و مقادیر متفاوتی که در منابع به چشم می‌خورد، تأیید می‌کند که ارزیابی کمی آرتمیا در یک پیکره آبی شور (به صورت تعداد افراد یا مقدار بیومس در واحد آب)، به دلیل پراکنش بسیار ناهمگن آرتمیا مشکل است. آرتمیا نورگرایی مثبت دارد و در معرض جریان‌های آب در اثر باد قرار می‌گیرد. در نتیجه، میزان تراکم ثبت شده ممکن است تفاوت‌های زیادی داشته باشد (Persoone and Sorgeloos, 1980). بهترین صیدهای آرتمیا در صبح‌های ابری بعد از یک شب آرام انجام گرفته است. در این شرایط آب و هوایی، غلظت اکسیژن کمترین مقدار است و آرتمیا را در سطح آب متمرکز می‌کند.

یک ارتباط منفی بین تراکم آرتمیا و فیتوپلانکتون به علت فعالیت چرای آرتمیا، وجود دارد. حداکثر میزان فیلتراسیون ۲۵۰-۱۵۰ میلی‌لیتر بر هر آرتمیای بالغ در روز است (Lenz, 1987). بنابراین، در تراکم ۷-۴ آرتمیای بالغ بر لیتر، کل ستون آب هر روز یک بار فیلتر می‌شود. برای مثال، در دریاچه مونولیک، فشار چرا در تابستان قوی‌تر از شکوفایی فیتوپلانکتونی است که باعث می‌شود، اندازه نسل در تابستان کوچکتر گردد. پرندگان نیز می‌توانند مقادیر زیادی آرتمیا را در هر روز مصرف کنند، ولی تراکم پرندگان معمولاً کمتر از حدی است که اثر معنی‌داری بر جمعیت آرتمیا داشته باشند.

دریاچه ارومیه بزرگترین زیستگاه طبیعی گونه منحصربه‌فرد *Artemia urmiana* در جهان است (Manaffar *et al.*, 2020). این دریاچه که در زمان پرآبی مساحتی حدود ۵۰۰۰ کیلومترمربع دارد (اسدپور و همکاران، ۱۳۸۲)، در سال ۱۳۵۵ به عنوان ذخیره‌گاه زیست‌کره در یونسکو ثبت شده است (Eimanifar and Mohebbi, 2007). دریاچه‌های بسیار شور[1] نظیر دریاچه ارومیه، حاوی نقش‌های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی مهمی به عنوان اکوسیستم‌های بی‌نظیر هستند (Agh, 2006). دلیل این امر فرایندهای بیوژئوشیمیایی است که در آنها روی می‌دهد به‌طوری‌که می‌توان آنها را به عنوان بخش یکپارچه و پویایی از زیست‌کره محسوب کرد (Shadrin, 2009; Mohebbi, 2010). تعداد مطالعات ارزیابی یا پایش ذخایر آرتمیا در دریاچه ارومیه همانند سایر محیط های هیپرسالین دنیا بسیار محدود است. از سوی دیگر، بیشتر دریاچه‌های هیپرسالین طبیعی از نظر اندازه بسیار کوچک هستند و با دریاچه ارومیه قابل مقایسه نیستند. دریاچه‌ای که از نظر وسعت با دریاچه ارومیه قابل مقایسه و از بسیاری جهات شبیه آن است، دریاچه بزرگ نمک آمریکا (Utah) است. بنابراین، با توجه به مطالب مذکور، هدف از مطالعه حاضر بررسی و مرور تحقیقات انجام شده بر ذخایر آرتمیای دریاچه ارومیه در طول زمان و ارائه آن در یک مقاله است.

میزان تولید آرتمیا در دریاچه‌های بسیار شور (**Hypersaline**)

Lenz و Browne (۱۹۹۱) به تعدادی از مطالعات میدانی اشاره می کنند که روی جمعیت های طبیعی آرتمیا در دریاچه‌های نمکی داخلی و ساحلی انجام گرفته‌اند. در این مطالعات، میزان غذا به عنوان عامل اصلی تعیین تولید در نظر گرفته می‌شود: در میزان غذای بالا بازده تولیدمثلی بیشتر می‌شود و در میزان کم غذا بازده تولید مثلی پایین است و سیست‌زایی غالب می‌شود.

Gillespie و Stephns (۱۹۹۷) تولید آرتمیا را در دریاچه بزرگ نمک آمریکا (Utah) را ۲۰۰-۱۰۰ گرم توده زنده خشک بر مترمربع در سال تخمین زدند. در شرایط آزمایشگاهی با تراکم غذایی بالا تولید آرتمیا می‌تواند بسیار بالا و تا ۲۰۸ گرم وزن خشک بر مترمکعب بر روز

[1] Hypersaline

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

برسد (Sorgeloos and Persoone, 1975). برخی پژوهشگران میزان تولید آرتمیا را به صورت تراکم جانور شامل: ۱/۲ عدد آرتمیای بالغ بر لیتر برای دریاچه ارومیه (Parker, 1900)، ۴ آرتمیای بالغ بر لیتر و ۱۲ ناپلی بر لیتر در دوره زمانی خرداد لغایت شهریور برای دریاچه Mono Lake (آمریکا) بیان کرده‌اند (Mason, 1967). با این‌حال، Lenz (۱۹۸۷) تراکم ۴۰۰ آرتمیا بر لیتر را برای Mono Lake در دوره شهریور- مهر بیان می‌کند. Wirick (۱۹۷۲) تراکم آرتمیا را در دریاچه بزرگ نمک ۱۰ آرتمیای بالغ بر لیتر تخمین می‌زند.

مطالعه اکولوژیک میگوی آب شور در دریاچه بزرگ نمک آمریکا (Utah)

تنها دریاچه طبیعی که مطالعات جمعیت آرتمیا در آن به‌خوبی صورت گرفته و از نظر اندازه قابل مقایسه با دریاچه ارومیه است، دریاچه بزرگ نمک آمریکا (Utah) است. Gliwicz و همکاران (۱۹۹۵) اکولوژی این دریاچه را مطالعه کردند و پیشنهادهایی را برای بهره برداری از منابع آرتمیای آن فرموله کردند. دریاچه بزرگ نمک مساحتی حدود ۴۲۹۰ کیلومتر مربع دارد و با یک میان‌گذر به دو بخش تقسیم شده است و تن‌ها بخش جنوبی آن از نظر بهره‌برداری آرتمیا دارای اهمیت است. بخش جنوبی دارای آبی با حجم کلی $۱۱/۷۹ \times ۱۰^{۹}$ متر مکعب و سطحی برابر ۲۵۴۶ کیلومتر مربع است. عمق متوسط آن ۴/۷ متر است. در این مطالعه، نمونه‌برداری از خرداد لغایت دی ۱۳۷۲ انجام گرفت که یک فصل تولید را دربرمی‌گرفت. هشت ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب شد که نمایانگر تنوع زیستگاه‌ها بود (ساحلی، غیر ساحلی، وجود مصب و اعماق مختلف). پارامترهای زیستی و غیرزیستی شامل: دمای آب و غلظت اکسیژن در اعماق مختلف، pH، شفافیت (سشی دیسک)، شوری، فراوانی زئوپلانکتون، کلروفیل a و فائوپیگمنت‌ها، در این بررسی پایش شدند. تراکم جمعیت آرتمیا در بهار ارزیابی نشد و در تابستان تراکم آن در حد ۹ عدد بر لیتر تعیین گردید که اکثراً شامل ناپلی و جوان بود. نوسانات با تراکم بالا بین خرداد لغایت آذر ثبت نشد، ولی یک کاهش تدریجی در این دوره برای نمونه‌های دور از ساحل مشاهده شد.

این مطالعه نشان داد که اندازه نسل آرتمیا در دریاچه بزرگ نمک، دارای نوسان مشابهی بود و در خرداد بالاترین (حداکثر اندازه نسل ۳۰ سیست بر ماده) و در تیر کمتر بود، ولی دوباره در تابستان افزایش یافت و سپس به‌تدریج تا آبان-آذر (۲۰-۶ سیست بر ماده)، کاهش یافت. با این وجود، در مصب‌ها ۱۵۵ سیست بر ماده برای ماده‌های بزرگ و ۵۰ سیست برای ماده‌های کوچکتر ثبت شد. در پرورش آزمایشگاهی با شرایط تغذیه‌ای مناسب حداکثر ۱۹۰ سیست بر ماده گزارش شد که بیان می‌کند که اندازه نسل نشان‌دهنده در دسترس بودن غذاست.

داده‌های میدانی (Gliwicz *et al.*, 1995) امکان می‌دهد که نتیجه گیری‌های ذیل را در مورد ساختار سنی جمعیت آرتمیای دریاچه بزرگ نمک انجام داد: در فروردین-اردیبهشت، اولین نسل از سیست‌ها بیرون می‌آیند و به‌سرعت دریاچه را دربرمی‌گیرند. این نسل با سرعت زیاد به صورت زنده‌زایی تولید مثل می‌کنند که خود را با اندازه بزرگ نسل در اوایل خرداد نمایان می‌کنند. در خرداد فقط آرتمیاهای جوان حضور دارند. اینها دومین نسل را به‌وجود می‌آورند که سرعت رشد آنها پایین‌تر بوده است و در پاییز هنوز بالغ نشده‌اند. تن‌ها، بخش کوچکی از این نسل زنده می‌مانند و به بلوغ می‌رسند و یک یا دو نسل کوچکتر تولید می‌کنند که در ایجاد تراکم آرتمیا نقش معنی‌داری ایفاء نمی‌کنند. مرگ و میر در اوایل تابستان زمانی که تولید فیتوپلانکتونی پایین است، در بالاترین حد است. مرگ‌ومیر تدریجی و رشد کم، نشان‌دهنده مقدار غذای ناکافی است. در تابستان نرهای بیشتری نسبت به ماده‌ها یافت می‌شوند و نسبت نر به ماده ۴:۱ است. در مرداد تعداد نرها به‌سرعت کاهش می‌یابد و نسبت جنسی در آبان-آذر به ۱:۱ می‌رسد.

جمعیت آرتمیا در دریاچه بزرگ نمک به‌سرعت از تولید ناپلی به تولید سیست تغییر می‌کند: در اواخر بهار ۹۰٪ از ماده‌ها ناپلی تولید کرده و از اواخر تیر ماه تا اوایل آذر ماه ۹۰٪ از آنها سیست تولید می‌کنند. پرورش آزمایشگاهی نشان می‌دهد که پایین بودن غذا (در فصل تابستان روی می‌دهد)، سیست‌زایی را تحریک، اندازه نسل را کاهش و زمان بین نسل‌ها را افزایش می‌دهد. تعداد سیست‌های تولیدی در هر روز با میزان غذا تحت تاثیر قرار می‌گیرد،

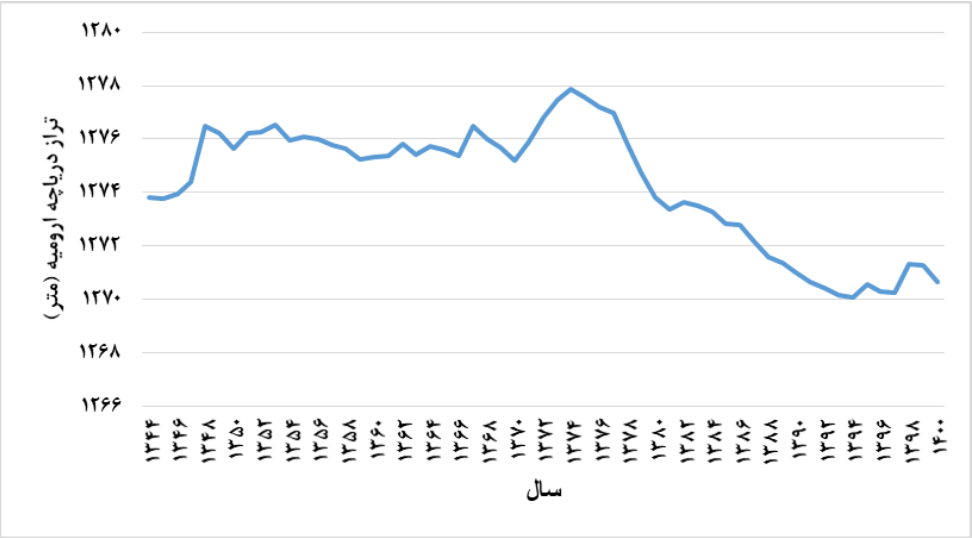
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

ولی در عین حال دما نیز تعیین‌کننده است: در شرایط آزمایشگاهی زمان بین نسل‌ها در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد برابر ۲۰± روز و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد حدود ۵-۴ روز بود. اگر دما به اندازه کافی بالا باشد، در مقادیر غذای پایین‌تر، گاهی میزان تولید مثل بالا مشاهده می‌شود.

بررسی روند تغییرات ذخایر آرتمیای دریاچه ارومیه در طول زمان

در شکل ۱ تغییرات سطح تراز دریاچه ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۴۴ نشان داده شده است. با توجه به شکل، سطح آب دریاچه ارومیه در سال ۱۳۷۴ دارای بالاترین مقدار بوده و از آن پس، روند تغییرات سطح آب سیر نزولی داشته است.



شکل ۱: تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۴۴

Figure 1: Changes in the water level of Urmia Lake during the years 1965-2021

افراد مختلفی میزان ذخایر آرتمیا را در دریاچه ارومیه طی سال‌های ۹۹-۱۲۷۷ برآورد کرده‌اند (جدول ۱). در جدول ۱، هم‌زمان میانگین شوری دریاچه نیز ارائه شده است. به‌نظر می‌رسد، بین شوری دریاچه و تراکم آرتمیا در آن رابطه‌ای وجود دارد، هرچند این رابطه کاملاً خطی نیست و همبستگی منفی نسبتاً ضعیفی (R^2 = ۰/۳۷۴) بین شوری و تراکم آرتمیا وجود دارد (شکل ۲)، ولی با افزایش شوری از حدی بیشتر (حدود ۳۰۰ گرم بر لیتر) که همان شوری اشباع می‌باشد، میزان ذخایر آرتمیا افت شدیدی می‌کند. با این‌حال، با توجه به داده‌ها، میزان تراکم آرتمیای اعلام شده از سوی Kelts و Shahrabi (۱۹۸۶) کمی غیر منطقی به‌نظر می‌رسد به‌ویژه اگر توجه کنید که محققین مذکور تخصصی غیر از زیست‌شناسی دارند و زمینه اصلی مطالعه آنها زمین‌شناسی دیرینه است. با جا گذاری میزان تراکم آرتمیای ۱ عدد در لیتر به جای ۳ عدد در لیتر همبستگی منفی بسیار بالایی (R^2 =۰/۹۸۰) بین میزان شوری دریاچه و تراکم توده زنده آرتمیا به‌دست می‌آید (شکل ۳). همبستگی منفی بدان معناست که با افزایش شوری دریاچه، از تراکم آرتمیا در آن کاسته می‌شود. میزان ذخایر آرتمیای دریاچه بزرگ نمک آمریکا در دوره‌های زمانی متفاوت در جدول ۲ ارائه شده است.

علاوه بر کاهش تراکم توده زنده و سیست آرتمیا در واحد حجم آب دریاچه، کاهش حجم دریاچه از حدود ۳۰ میلیون مترمکعب در سال‌های پرآبی به حدود ۳ میلیارد متر مکعب در سال‌های اخیر باعث کاهش ۱۰ برابری میزان ذخایر آرتمیا در آن شده است.

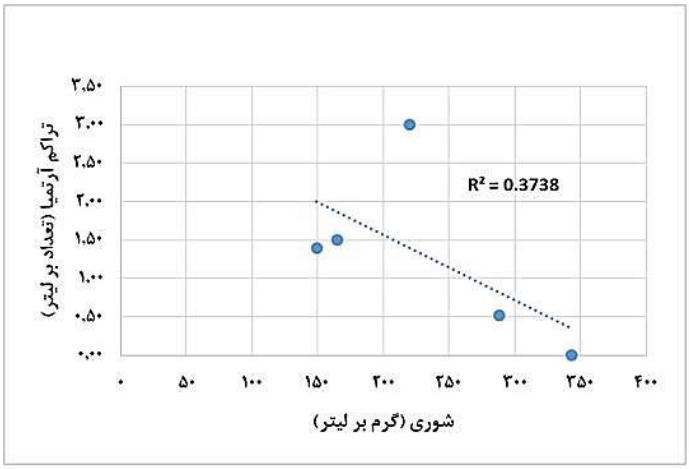
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

جدول ۱: برآورد ذخایر آرتمیای دریاچه ارومیه در دوره‌های زمانی متفاوت

Table1- Estimation of *Artemia* reserves in Urmia Lake in different time periods

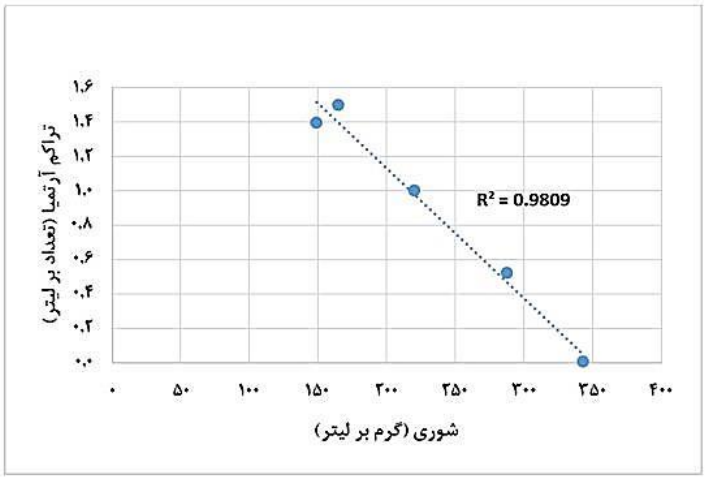
تاریخ (شمسی)	تراکم سیست (تعداد بر لیتر)	تراکم توده زنده (تعداد بر لیتر)	میانگین شوری آب (گرم بر لیتر)	منبع
۱۲۷۷	ــــ	۱/۲-۱/۶	۱۴۹	Günther (1899)
۱۲۷۸	ــــ	۱/۲	ــــ	Parker (1900)
۱۳۵۶	ــــ	*(۱)۳	۲۲۰	Kelts and Shahrabi (1986)
۱۳۷۳-۱۳۷۴	۲۵۰۰	۱/۵	۱۶۵	Van Stappen *et al*. (2001)
۱۳۸۲-۱۳۸۳	۱۷/۵	۰/۵۲	۲۸۸	احمدی (۱۳۸۸)
۱۳۸۵-۸۶	۲۱/۷۵	۱/۳۶	۳۱۰	Dahesht *et al*. (2013)
۱۳۹۷-۱۳۹۹	۴/۶	۰/۰۰۴	۳۴۳	محبی (۱۴۰۰)

*تراکم آرتمیا ۱ عدد در لیتر فرض شده است (توضیحات در متن ارائه شده است).



شکل ۲: منحنی همبستگی بین میزان شوری آب دریاچه ارومیه و تراکم آرتمیا در دوره‌های زمانی مختلف (داده‌های جدول ۱)

Figure 2: Correlation curve between Urmia Lake water salinity and *Artemia* density in different time periods (Table 1)



شکل ۳: منحنی همبستگی بین میزان شوری آب دریاچه ارومیه و تراکم آرتمیا (زمانی که تراکم آرتمیا را در سطر سوم جدول ۱ (سال ۱۳۵۶، به جای ۳ عدد در لیتر، ۱ عدد در لیتر در نظر گرفته شده است.)

Figure 3: Correlation curve between the salinity of Urmia Lake and the density of *Artemia* (when we consider the density of Artemia in the third row of Table 1, 1977, 1 per liter instead of 3 per liter)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

جدول ۲: برآورد ذخایر آرتمیای دریاچه بزرگ نمک آمریکا در دوره‌های زمانی متفاوت

Table 2: Estimation of Artemia stocks of the Great Salt Lake in the United States of America in different time periods

تاریخ (میلادی)	تراکم سیست (تعداد بر لیتر)	تراکم توده زنده (تعداد بر لیتر)	میانگین شوری آب (گرم بر لیتر)	منبع
۱۹۷۰-۷۱	___	۱۲	۲۱۰	Wirick (1972)
۱۹۷۳	___	۷	۱۷۵	Stephens and Gillespie (1976)
۱۹۹۴-۹۵	___	۴	۱۵۴	Wurtsbaugh and Gliwicz (2001)

پروژه مشترک سازمان شیلات ایران و دانشگاه Ghent (بلژیک)

در سال ۱۳۷۳ یک پروژه مشترک بین سازمان شیلات ایران و آزمایشگاه آب و مرکز رفرنس آرتمیای دانشگاه Ghent (بلژیک) انجام شد. هدف از این مطالعه بررسی منابع آرتمیا اورمیانا در دریاچه ارومیه و استفاده از این گونه در آبزی‌پروری بود. به علت کم بودن داده‌های اکولوژیک در مورد دریاچه ارومیه، یک مطالعه متمرکز جهت تعیین میزان بهره‌برداری پایدار از منابع آرتمیای دریاچه، ضروری بود. دانشگاه Ghent (بلژیک) با همکاری مرکز بهره برداری آرتمیا (مرکز تحقیقات آرتمیای کشور)، از تیر ماه ۱۳۷۳ لغایت دی ماه ۱۳۷۴، مطالعه وسیعی برای ارزیابی ذخایر آرتمیا و میزان تولید اولیه (غلظت کلروفیل) دریاچه ارومیه انجام دادند. آنها در این مطالعه، ۳۶ ایستگاه ثابت در کل دریاچه انتخاب کرده و به صورت هفتگی از آنها نمونه‌برداری کردند. دما، شوری و شفافیت آب در هر ایستگاه تعیین گردید. یک تور ساچوکی در مسافت ۴۰۰ متر از سطح آب کشیده می‌شد تا تراکم آرتمیا و اشکال زیستی آن در لایه سطحی آب بررسی شود. این مطالعه به بررسی روند تغییرات فصلی ترکیب جمعیتی، رفتار تولیدمثلی و تراکم سیست و توده زنده آرتمیای دریاچه ارومیه و ارتباط این داده‌ها با اطلاعات جمع‌آوری شده در مورد فاکتورهای غیرزیستی و جلبک‌ها پرداخته است (Van Stappen *et al.*, 2001).

در این مطالعه، بالاترین شوری معادل ۱۸۰ گرم بر لیتر در آبان ماه و پایین‌ترین آن مربوط به خرداد ماه با ۱۵۰ گرم بر لیتر بوده است. تراکم جلبک سبز *Dunaliella salina* به میزان ۴۰۰۰۰۰ عدد در لیتر در مرداد ماه ۱۳۷۴ و ۳۰۰۰۰۰۰ عدد در لیتر در اسفند ماه ۱۳۷۴ متغیر بود. مقادیر سایر جلبک‌ها (*Nitzschia* sp., *Navicula* sp., *Cymbella* sp., *Cyclotella* sp., *Oscillatoria* sp.) در تمام طول سال پایین‌تر از ۱۰۰۰۰۰ عدد در لیتر بود. جمعیت آرتمیای دریاچه ارومیه نوسانات فصلی مشابهی با دریاچه بزرگ نمک آمریکا (Utah) نشان می‌دهد، ولی چند جنبه متفاوت دارد. سیست آرتمیا در تمام طول سال مشاهده می‌شود که حداقل آن در اواخر بهار و تابستان و حداکثر آن در پاییز و زمستان است. ناپلی و متاناپلی بخش زیادی از نمونه‌ها را در تابستان ۱۳۷۳ (بیش از ۷۰ درصد) به‌خود اختصاص داده‌اند. این مقدار در پاییز به‌شدت کاهش یافت و به علت تخم‌گشایی سیست‌ها در زمستان، در همان سطح باقی ماند و در فروردین و اردیبهشت ۱۳۷۴ دوباره به حداکثر (اگرچه در سطح بسیار کمتری، حدود ۴۰ درصد) رسید. افزایش جدید در تیر-مرداد ممکن است حاصل تولید مثل زنده‌زایی در خرداد-تیر یا ناشی از تخم‌گشایی بیشتر سیست‌ها باشد. کاهش ناپلی و متاناپلی در پاییز - زمستان ۱۳۷۳ حتی شدیدتر از سال ۱۳۷۲ بود و در دی ماه ۱۳۷۴ فقط تعداد بسیار کمی ناپلی و متاناپلی مشاهده شد. با این‌وجود، در سراسر ماه‌های زمستان، ناپلی هنوز در لایه سطحی آب دریاچه یافت می‌شد (دمای آب زیر ۵ درجه سانتی‌گراد). در تابستان ۱۳۷۲ آرتمیای جوان و بالغ کمتر از ۲۰٪ تراکم جمعیت آرتمیا را تشکیل می‌داد که در اوایل پاییز افزایش یافت و در زمستان به حداقل رسید.

در تابستان ۱۳۷۳، بیشترین تراکم از آرتمیای جوان و بالغ مشاهده شد و در دی ماه ۱۳۷۳ فقط تعداد کمی آرتمیای جوان و بالغ در لایه سطحی آب مشاهده شد. تفاوت آشکاری در ترکیب جمعیتی آرتمیا بین نمونه‌های سطح آب و عمقی (۱- ۰/۵ متر) به‌جز تراکم نسبتاً بالاتر سیست‌های (شناور) در نمونه‌های سطحی، وجود نداشت. نمونه‌برداری موردی در لایه‌های عمقی آب (۳ -۱ متر)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

نشان داد که تعداد زیادی سیست به صورت معلق در ستون آب باقی می‌مانند که این امر آزمایش‌هایی که نشان می‌دهند در شوری پایین‌تر از ۱۵۰ گرم بر لیتر تا حداکثر ۵۰٪ از سیست‌های آرتمیا ارومیانا به صورت معلق در ستون آب باقی می‌مانند، تأیید می‌کند. حتی در شوری‌های در حد ۲۰۰ گرم، تمام سیست‌ها در سطح آب شناور نمی‌شوند.

در تابستان ۱۳۷۲ و ۱۳۷۳ نسبت آرتمیای نر به ماده بالا (۲:۱) بود، ولی در پاییز این نسبت کاهش یافت و در آذر- دی به ۱: ۱- ۰/۵ رسید. نسبت ماده‌های مولد به کل ماده‌ها معمولاً ۶۰-۵۰٪ بود به‌جز زمستان و اوایل بهار که تولیدمثل قطع می‌شد یا داده‌های کافی وجود نداشت (Van Stappen *et al.*, 2001).

تخمین میزان تولید توده زنده و سیست و توده زنده قابل برداشت آرتمیا

ارزیابی تولید آرتمیا در منابع علمی رایج نیست و محاسبات، دامنه وسیعی از تفاوت‌ها را نشان می‌دهند. این امر مربوط به ناهمگنی زیاد پراکنش آرتمیا در محیط طبیعی است که در آن تراکم آرتمیا تحت تاثیر امواج و جریان‌های آب قرار می‌گیرد.

توده زنده آرتمیا

در محاسبه سال ۱۹۹۵، تراکم پایین اواخر زمستان و بهار با مقادیر بسیار بالای مشاهد شده در فصل تولید جبران می‌شدند. این مقادیر بالا در سال ۱۹۹۵ منجر به تخمین توده زنده در حد ۴۰٪ بیشتر از سال قبل آن می‌شود (۵۲۲۰۰ تن در برابر ۳۱۲۰۰ تن). تخمین تولید توده زنده آرتمیا در دریاچه ارومیه در سال ۱۹۹۵، ۱۲۷۵۷۱ تن بوده است (Van Stappen *et al.*, 2001). تخمین میزان تولید توده زنده آرتمیا در کل ستون آب دریاچه ارومیه در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: تخمین تولید آرتمیا در کل ستون آب دریاچه ارومیه

(حجم در نظر گرفته شده: ۳۰۲۵۰۰۰۰۰۰۰ متر مکعب = ۵/۵ متر × ۵۵۰۰ کیلومتر مربع)

Table3- Estimation of Artemia production in the whole water body of Urmia Lake (considered volume: 5500Km^2×5.5m=30250000000m^3)

فصل و ماه های تولید	میانگین تولید توه زنده (گرم/ متر مکعب)	میزان تولید (وزن تر)
جولای ۹۵-ژانویه ۹۶* (دوره کامل نمونه برداری)	۱۳/۲۱	۳۹۹۶۰۳ تن
جولای-سپتامبر-اکتبر ۱۹۹۵	۱۸/۸۷	۵۷۰۸۱۷ تن
نوامبر-دسامبر- ژانویه ۹۶-۱۹۹۵	۷/۵۵	۲۲۸۳۸۸ تن

* به دلیل مقدار نامتعارف بالا در آگوست ۹۵ این ماه در محاسبات در نظر گرفته نشده است.

تخمین مقدار سالانه قابل برداشت توده زنده آرتمیا در دریاچه ارومیه

با توجه به اینکه در مورد آرتمیا منابع قبلی برای تعیین تولید پایدار وجود ندارد، مقدار ۵ درصد از تولید به عنوان میزانی انتخاب گردید که از نظر آماری غیر معنی‌دار بوده است و در نتیجه، می‌توان بدون آن‌که جمعیت آرتمیا تحت تاثیر قرار گیرد، برداشت نمود. بر اساس نتایج به‌دست آمده در این نمونه‌برداری (تخمین ۴۰۰۰۰۰ تن توده زنده در کل دریاچه)، برداشت سالانه ۲۰۰۰۰ تن وزن تر، در دینامیک جمعیت آرتمیا تداخلی ایجاد نمی‌کند.

سیست آرتمیا

همان‌طوری‌که ذکر شد، داده‌های حاضر شامل دو فصل تولید می‌شوند. آشکار است، اگرچه عوامل غیرزیستی بین دو فصل تغییر شدیدی نکرده‌اند، ولی همان‌طوری‌که این نمونه‌برداری نشان داد، ممکن است تفاوت‌های زیادی در تراکم توده زنده آرتمیا روی دهد. به‌هرحال، محافظه‌کارانه بودن محاسبات و تخمین‌های ما که فقط ۵ درصد از

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

ذخایر موجود سیست را قابل برداشت در نظر می‌گیرد، تضمین می‌کند که تا زمانی که شرایط محیطی دریاچه تغییرات شدیدی نکرده باشند، این نتایج را می‌توان برای فصل‌های بعدی تولید تعمیم داد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود، داده‌های حاضر با نمونه‌برداری‌های ادامه‌دار حفظ گردد. مقدار (وزن خشک) سیست تولیدی در دریاچه ارومیه درسال ۱۹۹۵، ۴۲۴۲/۵۶ تن تخمین زده شده است (Van Stappen *et al.*, 2001)

برداشت شرکت‌های بهره بردار از سیست آرتمیا در دریاچه ارومیه

میزان برداشت و سال‌های فعالیت نهادها و شرکت‌های بهره‌بردار سیست آرتمیا از دریاچه ارومیه در جدول ۴ ارائه شده است. طی سال‌های ۸۰-۱۳۷۸، ۵ شرکت بهره‌بردار به همراه شرکت سهامی شیلات ایران (مرکز بهره‌برداری آرتمیای دریاچه ارومیه) مقدار ۲۰۴ تن از سیست تر ذخایر سیست آرتمیای دریاچه ارومیه را برداشت کردند (جدول ۴). اما از سال ۱۳۸۱ تاکنون به دلیل کاهش حجم آب دریاچه در اثر بحران کم‌آبی و به طبع آن افزایش بیش از حد شوری آب دریاچه ارومیه، هیچ‌گونه صید و بهره‌برداری به صورت رسمی انجام نگرفته است. با این‌حال، ساکنان اطراف دریاچه اقدام به صید قاچاق و غیر رسمی می‌کردند که آمار دقیق میزان صید در دست نیست.

جدول ۴: میزان برداشت و سال های فعالیت نهاد ها و شرکت های بهره بردار سیست آرتمیا از دریاچه ارومیه (منبع: طالبی، ۱۳۸۹)

Table 4: Harvesting amount and years of activity of institutions and companies exploiting Artemia cysts from Urmia Lake

نام شرکت	سال برداشت ۷۹- ۷۸ (کیلو گرم وزن تر)	سال برداشت ۸۰-۷۹ (کیلو گرم وزن تر)
صید و صیادی	۶۳۹۲۸/۵	۲۹۰۲۰/۶
دام و توشه	۲۳۳۰۹/۸	۳۲۸۶۰/۵
شیلات ایران (مرکز بهره‌برداری آرتمیا- ارومیه)	۱۰۸۱۱	۶۲۲۱/۶
چانچو	۳۵۶۶/۴	۱۰۱۲۴/۳
شیل گستر	۲۸۸۴/۵	۱۲۴۲۷/۵
پژوهش های علمی و صنعتی	۱۷۵۷	۱۰۴۴۶/۵
مجموع	۱۰۳۳۷۲	۱۰۱۱۰۱

ارزیابی مرکز تحقیقات آرتمیای کشور از ذخایر آرتمیای دریاچه ارومیه (۸۳-۱۳۸۲)

ارزیابی ذخایر آرتمیای دریاچه ارومیه طی سال‌های ۸۳-۱۳۸۲ نشانگر کاهش شدید ذخایر سیست و توده زنده آرتمیا نسبت به سال‌های ۷۴-۱۳۷۳ است. در این دوره زمانی، افزایش مصرف آب در بالادست رودخانه‌های تأمین‌کننده آب دریاچه و کاهش میزان بارندگی سالانه از ۳۲ به ۲۱ سانتی‌متر باعث کاهش آبهای ورودی سالانه به دریاچه از ۴-۳/۵ میلیارد مترمکعب به ۱/۸ میلیارد مترمکعب شده است (احمدی، ۱۳۸۶). در نتیجه، شوری آب دریاچه از میانگین سالانه ۱۷۵ گرم بر لیتر طی سال‌های ۷۴-۱۳۷۳ به حدود ۲۹۵-۲۸۰ گرم بر لیتر در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ رسیده است. به همین ترتیب، تراکم جلبک‌ها کاهش یافته و ذخایر آرتمیا روبه کاهش گذاشته است. میانگین تراکم سیست و توده زنده آرتمیای دریاچه ارومیه در این سال‌ها به‌ترتیب ۱۷/۵ و ۰/۵۲ عدد در لیتر برآورد شده است (جدول ۵). میانگین سالانه شوری آب دریاچه ارومیه طی سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳به‌ترتیب برابر ۲۸۰ و ۲۹۵ گرم بر لیتر بود. حجم میانگین دریاچه ارومیه طی سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ به‌ترتیب ۱۳/۸۳ و ۱۳/۴۱ میلیارد مترمکعب برآورد شده است.

حافظیه (۱۳۹۵) ذخایر آرتمیای دریاچه ارومیه را ارزیابی نمود. وی نتیجه گرفت، با توجه به کاهش حجم آب دریاچه به کمتر از ۵ میلیارد متر مکعب و متوسط شوری ۳۲۰ گرم در لیتر، میزان شفافیت تقریباً در تمام

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

ایستگاه‌ها برابر عمق آب و وضعیت سیست در سطح آب بهتر از لایه‌های عمقی و در بخش جنوبی از تراکم بیشتری برخوردار بوده است. وضعیت توده زنده بدون سیست نیز در بخش جنوبی و در عمق ۲/۵ متر بهتر از دو لایه دیگر برآورد گردید. بهترین زمان برداشت سیست و توده زنده آرتمیا در پاییز و بهار هر دو در بخش جنوبی دریاچه است. Asem و همکاران (۲۰۱۲) تراکم سیست آرتمیا را در لایه فوقانی آب دریاچه در سال ۱۹۹۵ حدود ۴۰۰ عدد در لیتر تخمین زد درحالی‌که تراکم سیست بر اساس ارزیابی ذخایر در سال‌های ۲۰۰۳، ۲۰۰۴، ۲۰۰۵، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ به‌ترتیب ۲۷، ۲۵، ۱۱، ۸ و ۳ عدد در لیتر بود (احمدی، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۸). این روند کاهشی تراکم سیست با شروع پایین آمدن سطح آب دریاچه هم‌زمان است. پس از سال ۲۰۰۷، ارزیابی ذخایر آرتمیا در دریاچه صورت نگرفته است، با این وجود، گزارش‌های غیر رسمی نشان می‌دهد که طی سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۰۸ کمتر از یک عدد سیست در هر لیتر آب وجود دارد.

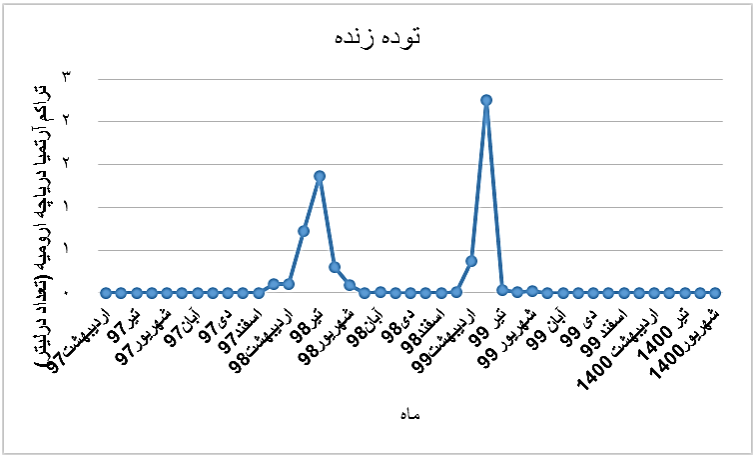
جدول ۵: خلاصه نتایج ارزیابی ذخایر آرتمیای دریاچه ارومیه در سال های ۸۳-۱۳۸۲ (منبع: احمدی، ۱۳۸۵)

Table 5: Summary of the results of the evaluation of Artemia reserves of Urmia Lake in 2013-2014

سال	سیست (تعداد بر لیتر)	توده زنده (ناپلی، جوان، بالغ) (تعداد بر لیتر)
۱۳۸۲	۱۸	۰/۵
۱۳۸۳	۱۷	۰/۵۴
میانگین ۸۳-۸۲	۱۷/۵	۰/۵۲

پایش توده زنده و سیست آرتمیای دریاچه ارومیه در دهه ۱۳۹۰

بعد از پسروی آب دریاچه ارومیه، محبی (۱۴۰۰) پایش ذخایر آرتمیای دریاچه ارومیه را اجرا نمود. نمونه‌برداری این پروژه طی سال‌های ۹۹-۱۳۹۷ انجام گرفته است. در سال ۱۳۹۷ به علت پایین بودن بیش از حد عمق آب، هیچ نوع آرتمیای بالغ، متا و جوان و ناپلی در دریاچه ارومیه مشاهده نگردید. با بالا رفتن آب از ابتدای سال ۱۳۹۸، اشکال زیستی آرتمیا به‌تدریج در دریاچه مشاهده گردید. بالاترین تراکم آرتمیای بالغ مربوط به تیر ماه ۱۳۹۸ با ۱/۳۷ عدد در لیتر است. پایین‌ترین آن صفر عدد در ماه‌های سال ۱۳۹۷ قابل مشاهده بود (شکل ۴). با توجه به ارقام به‌دست آمده از محاسبه میزان توده زنده آرتمیا در دریاچه ارومیه، مشاهده می‌شود که تراکم آرتمیا در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال قبل کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد.



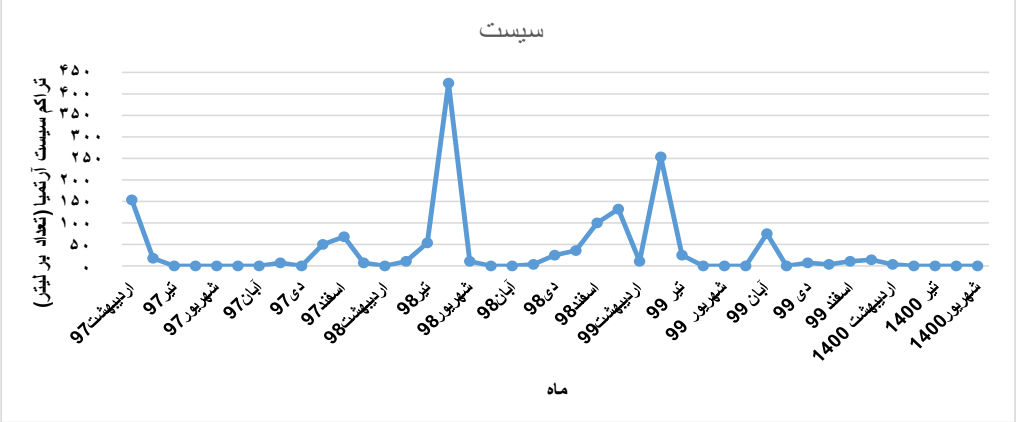
شکل ۴: تغییرات تراکم آرتمیای بالغ دریاچه ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۷

Figure4- Changes in the density of adult Artemia in Urmia Lake during 2018-2021

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

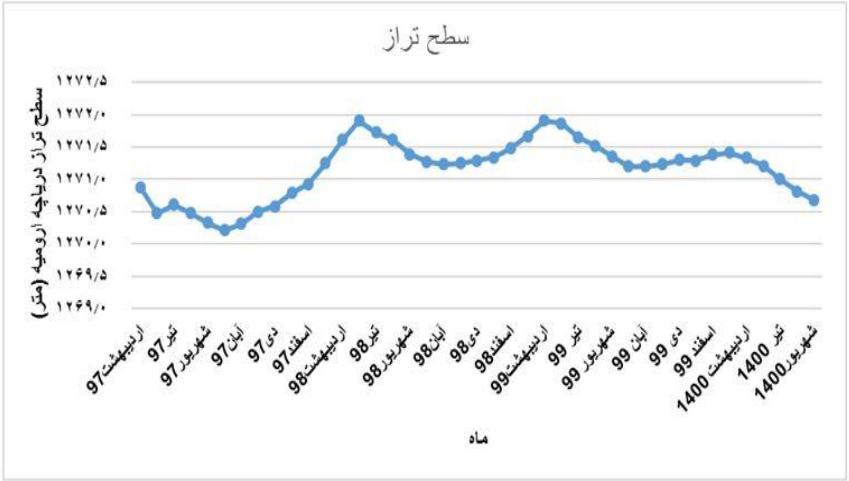
تراکم سیست آرتمیا نیز در سال ۱۳۹۷ کم بوده و با بالا رفتن آب در سال ۱۳۹۸، بر تراکم آن افزوده شده است (شکل ۵). بالاترین تراکم سیست آرتمیا مربوط به مرداد ماه ۹۸ با تراکم ۴۲۴ عدد در لیتر و پایین ترین تراکم صفر عدد در لیتر مربوط به شهریور ۱۳۹۷ است. در دریاچه ارومیه میزان سیست آرتمیا در شش ماهه اول سال ۱۴۰۰ نسبت به مدت مشابه سال قبل کاهش نشان می‌دهد.



شکل ۵: تغییرات تراکم سیست آرتمیای دریاچه ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۷ (منبع: محبی، ۱۴۰۰)
Figure 5: Changes in Artemia cyst density in Urmia Lake during 2018-2021

تغییرات تراز دریاچه ارومیه (۱۴۰۰-۱۳۹۷)

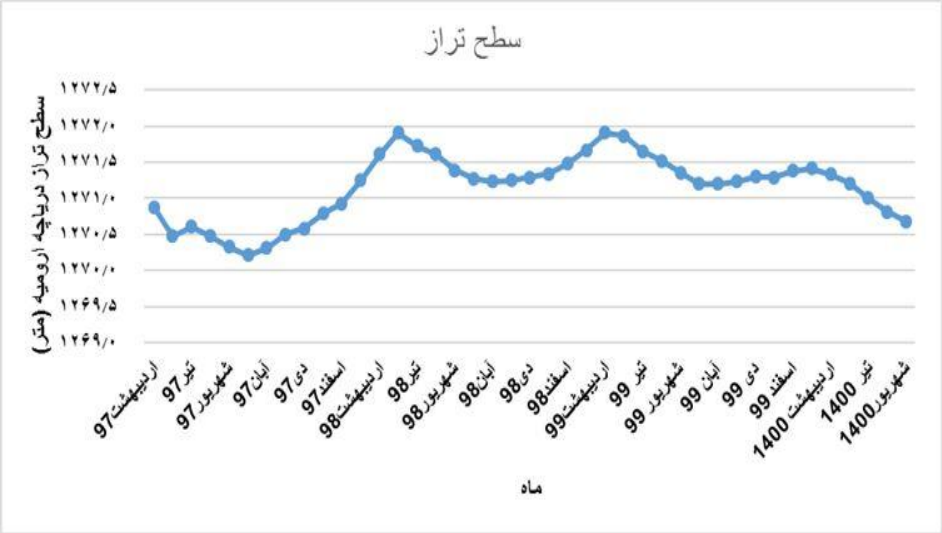
سطح دریاچه ارومیه طی یک‌سال، نوسانات فصلی نشان می‌دهد (شکل ۶). با این وجود، به علت پس‌روی آب، سطح میانگین آب در این مطالعه بسیار پایین‌تر از سطح اکولوژیک آن (۱۲۷۴ متر) است. سطح آب دریاچه به‌ویژه در سال ۱۳۹۷ پایین‌تر از ۱۲۷۱ متر بود درحالی‌که در سال ۱۳۹۸ آب دریاچه از ۱۲۷۱ بالاتر بوده که با ظهور توده زنده آرتمیا در دریاچه، هم‌زمان بود. بالاترین سطح تراز دریاچه ارومیه ۱۲۷۱/۹۱ متر و مربوط به خرداد ماه ۹۸ و پایین‌ترین سطح تراز دریاچه ۱۲۷۰/۲۱ متر و مربوط به مهر ماه ۹۷ بود. نکته دیگر این است که سطح آب دریاچه ارومیه در سال ۱۴۰۰ به فاز ۱۲۷۰ متر بازگشته است.



شکل ۶: تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۷
Figure 6: Changes in the water level of Urmia Lake during 2018-2021

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

با توجه به شکل ۷، الگوی تغییرات فصلی شوری آب با تغییرات سطح آب مطابقت می‌کند. طی سال ۱۳۹۷ آب دریاچه ارومیه شورتر از سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ بود (شکل ۷).



شکل ۶: تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۷

Figure 6: Changes in the water level of Urmia Lake during 2018-2021

پایین‌ترین شوری دریاچه ارومیه مربوط به خرداد ماه ۱۳۹۸ با ۱۹۳ گرم در لیتر و بالاترین شوری مربوط به شهریور ۱۳۹۷ با ۳۹۶ گرم در لیتر است. به‌نظر می‌رسد که شوری آب دریاچه در سال ۱۴۰۰ دوباره روند افزایشی به‌خود گرفته است. شوری آب به‌تنهایی تعیین‌کننده تراکم آرتمیا در دریاچه نیست و چندین عامل بر تراکم آرتمیای دریاچه تأثیرگذارند.

به طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که دما و شوری آب به عنوان تاثیرگذارترین پارامترها بر میزان تراکم و ترکیب جمعیتی آرتمیا هستند. علاوه بر کاهش تراکم توده زنده و سیست آرتمیا در واحد حجم آب دریاچه، کاهش حجم دریاچه از حدود ۳۰ میلیارد مترمکعب در سال‌های پرآبی (۱۹۹۴) به حدود ۳ میلیارد مترمکعب در سال‌های اخیر، به‌تنهایی باعث کاهش ۱۰ برابری میزان ذخایر آرتمیا در آن شده است. از سوی دیگر، این مطالعه نشان داد که میزان افزایش شوری آب دریاچه ارومیه با کاهش سطح آن تناسب مستقیمی ندارد، زیرا تمام نمک حاصل از کاهش آب در آن حل نمی‌شود و بیشتر آن به صورت بلور در کف دریاچه رسوب می‌کند (محبی، ۱۴۰۰).

در جدول‌های ۶ و ۷ به‌ترتیب تراکم و وزن سیست و بیومس آرتمیا در دریاچه ارومیه طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ و میزان قابل برداشت هر یک از آنها آورده شده است.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

جدول ۶: امکان سنجی برداشت سیست از دریاچه ارومیه (۹۸-۱۳۹۷)

Table 6: Feasibility of Artemia cyst harvesting from Urmia Lake (2018-2019)

میانگین تراکم سیست (تعداد در لیتر)	حجم دریاچه* (متر مکعب)	تعداد کل سیست	وزن سیست کل (تن)	میزان سیست قابل برداشت (تن)
۴/۶	۳×۱۰^{۹}	$۱۳/۸\times۱۰^{۱۲}$	۵۵/۲	۵/۵۲ (روش ۱۰ درصد قابل برداشت)

*حجم دریاچه بر اساس میانگین سالانه گزارش شده توسط شرکت مدیریت منابع آب بدست آمده است.

جدول ۷: امکان سنجی برداشت توده زنده آرتمیا از دریاچه ارومیه (۹۹-۱۳۹۸) (منبع: محبی، ۱۴۰۰)

Table 7: Feasibility of harvesting Artemia biomass from Urmia Lake (2019-2020)

آرتمیا	میانگین تراکم زیتوده آرتمیا (تعداد در لیتر)	حجم دریاچه (متر مکعب)	تعداد کل زیتوده	وزن آرتمیا کل (کیلوگرم)	میزان زیتوده قابل برداشت (تن)
ناپلی	۰/۰۰۰۷	۳×۱۰^{۹}	$۰/۰۲۱\times۱۰^{۶}$	۴۲۰	
متاناپلی	۰/۰۰۰۸	۳×۱۰^{۹}	$۰/۰۲۴\times۱۰^{۶}$	۷۲۰۰۰	۳۸۷/۷۶۸ تن
بالغ نر	۰/۰۰۱	۳×۱۰^{۹}	$۰/۰۳\times۱۰^{۶}$	۲۴۰۰۰۰	(روش ۴۰ درصد)
بالغ ماده	۰/۰۰۱۵	۳×۱۰^{۹}	$۰/۰۴۵\times۱۰^{۶}$	۶۵۷۰۰۰	
		جمع کل		**۹۶۹۴۲۰**	

در این مطالعه اثر کاهش آب دریاچه ارومیه بر ترکیب جمعیتی آرتمیا طی ۲۳ ماه از اردیبهشت ۱۳۹۷ لغایت اسفند ۱۳۹۸ مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه‌برداری از تعداد ۶ ایستگاه در بخش‌های شمالی و جنوبی دریاچه به صورت ماهانه انجام گردید. روش نمونه‌برداری شامل تورکشی طی مسافت ۱۰ متر با سطح مقطع مشخص بوده است. شایان ذکر است، برداشت سیست آرتمیا چندان ساده نیست و منوط به این است که سیست‌ها در سطح آب تشکیل رگه دهند. تشکیل رگه فقط در دوره معینی از سال که معمولاً مابین بهمن لغایت اسفند ماه است، روی می‌دهد. در دریاچه‌های بزرگ برداشت سیست نیازمند تجهیزات ویژه (بوم، پمپ آب و ...) است. در غیر این صورت با وسایل ساده‌ای مثل ساچوک تن‌ها می‌توان درصد کمی از سیست‌ها را برداشت کرد. همچنین شرایط ساحل باید مناسب بوده و باتلاقی و لجن‌زار نباشد تا دسترسی به ساحل راحت باشد. همه این عوامل باعث می‌شوند تا میزان صید واقعی بسیار پایین‌تر از میزان ذخایر برآورد شده باشد و این موارد مهم را باید در محاسبات و ارزیابی‌های اقتصادی اجتماعی مد نظر قرار داد.

بحث

میگوی آب شور جنس آرتمیا، ماکرو زئوپلانکتون غالب در بسیاری از محیط‌های بسیار شور است (Wurtsbaugh and Gliwicz, 2001). این سخت‌پوست اغلب در زنجیره غذایی آبهای بسیار شور دیده می‌شود و چرای آن از ریزجلبک‌ها، شفافیت آب را کنترل می‌کند (Lenz, 1987; Wurtsbaurgh, 1992). آرتمیا از نظر تغذیه موجودی فیلترکننده غیر انتخابی است و از مواد زاید کف آب، جلبک‌های تک سلولی یا سایر پلانکتون‌های ستون آب تغذیه می‌کند.

اختلاف در میزان پارامترهایی که برای بیان تولید آرتمیا به‌کار می روند و مقادیر متفاوتی که در منابع به‌چشم می‌خورد، مؤید آن است که ارزیابی کمی آرتمیا در یک پیکره آبی شور (به صورت تعداد افراد یا مقدار توده زنده در واحد آب)، به دلیل پراکنش بسیار ناهمگن آرتمیا دشوار است: آرتمیا نورگرایی مثبت دارد (Farhadi *et al.*, 2021) و در معرض جریان‌های آب در اثر باد قرار می‌گیرد. در نتیجه، میزان تراکم ثبت شده ممکن است تفاوت‌های زیادی داشته باشد (Persoone and Sorgeloos, 1980). بهترین صید آرتمیا در صبح‌های

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

ابری بعد از یک شب آرام انجام گرفته است. در این شرایط آب و هوایی غلظت اکسیژن کمترین مقدار است و آرتمیا را در سطح آب متمرکز می‌کند.

Persoone و Sorgeloos (۱۹۸۰) و Lenz (۱۹۸۷) داده‌های منابع تولید در رفتارهای آرتمیا را در زیستگاه‌های طبیعی در دریاچه‌های شور داخلی و ساحلی مرور کردند. Mono Lake (کالیفرنیای آمریکا) و دریاچه بزرگ نمک (Utah) به عنوان دریاچه‌های بزرگ نواحی معتدل تعریف شده‌اند که در آنها نوسانات شوری کم است و اثر کمی بر اکوسیستم دارد. نوسانات فصلی به طور عمده در اثر تغییرات دما ایجاد می‌شود. در این دریاچه‌ها آرتمیا معمولاً در هر سال دو نسل ایجاد می‌کند. در پاییز، جمعیت در اثر افزایش طعمه‌خواری و کاهش دما رو به کاهش می‌گذارد. سایر دریاچه‌ها مثل دریاچه شورابیل (ایران) نوسانات شوری حداقلی نشان می‌دهند که در حد تحمل آرتمیاست. بنابراین، دما عامل تعیین‌کننده پراکنش آرتمیاست. از سوی دیگر، در استخرهای کم عمق معتدله نوسانات شوری از فصلی به فصل دیگر شدید است و در تابستان شوری در اثر تبخیر افزایش می‌یابد تا سرانجام خشکی مطلق روی می‌دهد. در استخرهای نواحی حاره‌ای و نیمه حاره‌ای نوسانات شدید دمایی رخ نمی‌دهد، ولی جمعیت آرتمیا اغلب به علت کاهش زیاد شوری در اثر بارندگی در فصل بارش از بین می‌رود (Lenz, 1987).

جمعیت آرتمیا در دریاچه بزرگ نمک به‌سرعت از تولید ناپلی به تولید سیست تغییر می‌کند درحالی‌که در اواخر بهار، ۹۰ درصد از ماده‌ها ناپلی تولید می‌کنند و از اواخر تیر ماه لغایت اوایل آذر ماه، ۹۰ درصد از آنها سیست تولید می‌کنند. به طور کلی، نتایج این مطالعات نشان می‌دهند که سرعت رشد جمعیت آرتمیا در دریاچه بزرگ نمک (Mono Lake) بستگی به فراوانی غذا و دما دارد.

در مطالعه‌ای که اخیراً صورت گرفته است، حافظیه و همکاران (۱۴۰۰) میزان سیست و توده زنده آرتمیا را در دریاچه میقان اراک مورد بررسی قرار دادند. میزان کل سیست و توده زنده آرتمیا در این مطالعه به‌ترتیب ۲۸/۹ و ۲۳/۷ تن تعیین گردید. به طور کلی، نتایج نشان داد که میزان سیست قابل برداشت از تالاب میقان حدود ۲/۸ تن در ماه‌های مهر، آذر، بهمن و اسفند بود. همچنین مقدار ۹/۵ تن توده زنده آرتمیا از دریاچه در آذر ماه قابلیت برداشت است.

افزایش خشکی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان که بیشتر دریاچه‌های بسیار شور در آنها قرار دارند، اثرات چشم‌گیری بر این اکوسیستم‌های حساس دارد. در واقع، دریاچه‌های بسیار شور داخلی واقع در حوزه‌های آبریز بسته در دوره‌های زمانی کوتاه و طولانی‌مدت در معرض نوسانات طبیعی و انسانی از نظر اندازه و غلظت نمک قرار دارند. Velasco و همکاران (۲۰۱۶) اثر تغییرات شوری بر اجتماعات زیستی را بر چهار جمعیت آرتمیا فرانسیسکانای مکزیک در شرایط آزمایشگاهی مطالعه کردند. آنها نشان دادند که با افزایش شوری میزان تولید ناپلی در آرتمیا کاهش یافته و تولید سیست افزایش می‌یابد.

در سه دهه گذشته، کاهش سطح آب تراکم آرتمیا را در دریاچه ارومیه کاهش داده است. در سال ۱۸۹۸ زمانی که شوری آب حدود ۱۵۰ گرم بر لیتر بود، ۱۶۰۰- ۱۲۰۰ عدد آرتمیا در هر مترمکعب آب شمارش گردید (Günther, 1899). همچنین Kelts و Shahrabi (۱۹۸۶) تراکم ۳۰۰۰ عدد آرتمیا در هر متر مکعب آب را در مطالعه خود بر دریاچه ارومیه در سال ۱۹۷۷ گزارش کردند. با کاهش سطح آب تراکم آرتمیا نیز به‌سرعت کاهش یافته به‌طوری‌که طی سال‌های ۹۷-۱۳۸۹ هیچ‌گونه آرتمیایی از دریاچه گزارش نشده است. شوری بالای دریاچه ارومیه تا حد اشباع (حدود ۳۵۰ گرم در لیتر) طی سال‌های اخیر تراکم جمعیت آرتمیا را به کمتر از ۱ عدد در هر مترمکعب در مقایسه با تراکم ۱ عدد در هر لیتر در زمان پرآبی رسانده است (محبی و همکاران، در حال چاپ).

به‌علاوه، با پسروی دریاچه تراکم سیست آرتمیا نیز کاهش می‌یابد. Asem و همکاران (۲۰۱۲) تراکم سیست آرتمیا را در سال ۱۳۷۴ حدود ۴۰۰ عدد در لیتر تخمین زدند درحالی‌که تراکم سیست بر اساس مطالعه ارزیابی ذخایر سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۸۳، ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ به‌ترتیب ۲۷، ۲۵، ۱۱، ۸ و ۳ عدد سیست در لیتر بود (احمدی، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۸). وقوع روند کاهشی مذکور با شروع پسروی دریاچه مطابقت داشت. پس از سال ۱۳۸۶، ارزیابی ذخایر انجام نگرفته است. با این وجود، گزارش‌های

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

غیر رسمی نشان می‌دهد که طی سال‌های ۸۷-۱۳۹۶ کمتر از ۱ عدد سیست در هر لیتر آب دریاچه وجود داشته است. حافظیه (۱۳۹۵) نتیجه گرفت که به علت کاهش آب دریاچه، میزان شفافیت آب برابر با عمق آن است و سیست آرتمیا در لایه سطحی انباشته می‌شود. وی اضافه کرد که بخش جنوبی نسبت به بخش شمالی آن سیست و توده زنده آرتمیای بیشتری دارد.

به طور کلی، تراکم سیست آرتمیا از حدود ۲۵۰۰ عدد در لیتر در دهه ۱۳۷۰ به ۴/۶ عدد در لیتر در دهه ۱۳۹۰ و تراکم توده زنده آرتمیا از ۱۵۰۰ عدد در مترمکعب به ۴ عدد در مترمکعب در همین دوره زمانی کاهش یافته است. کاهش سطح آب دریاچه و هم‌زمان افزایش شوری آن به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش جمعیت آرتمیا محسوب می‌شود. با توجه به کاهش شدید آب دریاچه ارومیه امروزه استفاده از پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب‌های شهرهای اطراف دریاچه ارومیه برای پرورش آرتمیا در حاشیه دریاچه مورد توجه قرار گرفته است (مناففر و همکاران، ۱۴۰۱). از عوامل مهم دیگر در کاهش جمعیت آرتمیا در دریاچه ارومیه می‌توان به کاهش محسوس جمعیت جلبک ها به‌ویژه جلبک *Dunaliella salina* که غذای اصلی آرتمیا را تشکیل می‌دهد، اشاره کرد. علت اصلی کاهش تراکم جلبک *Dunaliella salina* بروز شرایط نامطلوب اکولوژیک در دریاچه ارومیه است.

تشکر و قدردانی

قسمت‌هایی از این مقاله حاصل نتایج پروژه "پایش ذخایر آرتمیای دریاچه ارومیه و تعیین ارتباط آن با پارامترهای اکولوژیک" با کد مصوب ۹۷۰۹۸۳-۰۲۴-۱۲-۷۹-۲ می باشد. از مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور که پشتیبانی مالی این پروژه را بر عهده داشت، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

احمدی، ر.، ۱۳۸۵. تغییرات جمعیت آرتمیا در دریاچه ارومیه. گزارش نهایی ۸۵/۱۰۳۱، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات آرتمیای کشور. ۶۳ص.

احمدی، ر.، ۱۳۸۸. ارزیابی تغییرات جمعیت آرتمیا در دریاچه ارومیه. گزارش نهایی ۸۸/۱۰۶۰، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات آرتمیای کشور. ۱۰۸ص.

اسدپور، ی.، شجاع الساداتی، س. ع.، غرقی، ا.، کلباسی، م. ر. و خسروشاهی، ع. ا.، ۱۳۸۲. تعیین ترکیبات شیمیایی و بیوشیمیایی پوسته سیست آرتمیا اورمیانا (*Artemia urmiana*) واستخراج کیتین از آن. مجله علمی شیلات ایران، ۱۲(۴): ۱۲-۱.

حافظیه، م.، ۱۳۸۲. آرتمیا، میگوی آب شور. تهران، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۴۴ص.

حافظیه، م.، ۱۳۹۵. برآورد ذخایر آرتمیای دریاچه ارومیه. گزارش نهایی ۵۰۱۹۸، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات آرتمیای کشور. ۷۵ص.

حافظیه، م.، نکویی فرد، ع.، محبی، ف.، صیدگر، م.، چراغی، د.، خضری، م. و اکبری، ح.، ۱۴۰۰. برآورد ذخایر سیست و زی توده آرتمیای تالاب نمکی میقان اراک. مجله علمی شیلات ایران، ۳۰(۱): ۱۸۵-۱۷۵.

طالبی، ح.، ۱۳۸۹. فرصت های سرمایه گذاری آبزی پروری: طرح الگویی مزرعه ۱۰۰هکتاری پرورش آرتمیا با ظرفیت تولید ۶۰۰۰کیلوگرم سیست تر. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان شیلات ایران، معاونت آبزی پروری. ۲۳ص.

محبی، ف.، ۱۴۰۰. پایش ذخایر آرتمیای دریاچه ارومیه و تعیین ارتباط آن با پارامترهای اکولوژیک. گزارش نهایی شماره ۶۰۴۶۹، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات آرتمیای کشور.

محبی، ف.، داداشپور، ب.، صیدگر، م. و علیزاده اوصالو، ژ.، (در حال چاپ). اثر کاهش سطح آب دریاچه ارومیه بر ترکیب جمعیتی آرتمیا اورمیانا. فصلنامه محیط زیست جانوری، (پذیرش شده).

محبی، ف.، عباسپور، الف. و صیدگر، م.، ۱۴۰۰. تأثیر پسروی آب دریاچه ارومیه بر اجتماعات میگوی آب شور (آرتمیا). مجلهٔ ترویجی بوم شناسی منابع آبی، ۴(۲): ۸-۱.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

مناف‌فر، ر.، قدیمی، س.، مرادخانی، س. و آهور، ف.، ۱۴۰۱. استفاده مجدد از پساب تصفیه شده فاضلاب شهری میاندوآب جهت پرورش *Artemia urmiana* (Günther, 1890). مجله علمی شیلات ایران، ۳۱(۴): ۲۸-۱۵. Doi: 10.22092/ISFJ.2022.128012.

Agh, N., 2006. Scientific report on resource assessment of Artemia in Lake Urmia. Artemia and Aquatic Animals Research Center, Urmia University. 150 P.

Asem, A., Mohebbi, F. and Ahmadi, R., 2012. Drought in Urmia Lake, the largest natural habitat of brine shrimp Artemia. *World Aquaculture*, 43: 36-38.

Dahesht, L.E., Mustafayev, Q., Mohebbi, F. and Ahmadi, R., 2013. Relationship between *Artemia* population Dynamics and Chlorophyll a fluctuation in Urmia Lake (Iran). *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 17(2): 1-6.

Eimanifar, A. and Mohebbi, F., 2007. Lake Urmia (Northwest Iran): a brief review. *Aquatic Biosystems*, 3: 5. Doi: 10.1186/1746-1448-3-5.

Farhadi, S., Atashbar Kangarloei, B., Imani, A. and Sarvi Moghanlou, K., 2021. Biological Impact of Photoperiod on Fairy Shrimp (*Branchinecta orientalis*): Life History and Biochemical Composition. *Biology (Basel)*, 10(8):695. Doi: 10.3390/biology10080695.

Gillespie, D. M. and Stephens, D.W., 1977. Some aspects of plankton dynamics in the Great Salt Lake, Utah. In: Greer, D. C. (ed.), Desertic Terminal Lakes. Proceedings of International Conference on Desertic Terminal Lakes, Utah State University, Logan, UT, USA: 401–409.

Gliwicz, Z.M., Wurtsbaugh, W.A. and Ward, A., 1995. Brine shrimp ecology in the Great Salt Lake, Utah. June 1994- May 1995 Performance Report to the Utah Division of Wildlife Resources, Salt Lake City, UT. 83 P.

Günther, R.T., 1899. Contributions to the National History of Lake Urmi, N.W. Persia, and its Neighbourhood. *Journal of Linnean Society of London, Zoology*, 27: 345–453. Doi: 10.1111/j.1096-3642.1899.tb00414.x

Kelts, K. and Shahrabi, M., 1986. Holocene sedimentology of hypersaline Lake Urmia, northwestern Iran. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 54: 105-130.

Lenz, P.H., 1987. Ecological studies on *Artemia*: a review. In: Sorgeloos, P., Bengtson, D. A. , Decleir, W. and Jaspers, E., (eds), *Artemia* Research and its Applications, 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. Universa Press, Wetteren, Belgium: pp 5–18.

Lenz, P. H. and Browne, R. A., 1991. Ecology of *Artemia*. In: Browne, R. A., Sorgeloos, P. and Trotman, C. N. A., (eds), *Artemia* Biology, CRC Press Inc., Boca Raton, FL 33431. USA. pp 237–253.

Manaffar, R., Abdolahzadeh, N., Moosavi Toomatari, G., Zare, S., Sorgeloos, P., Bossier, P. and Van Stappen, G., 2020. Reproduction and life span characterization of *Artemia urmiana* in Lake Urmia, Iran (Branchiopoda: Anostraca). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19 (3): 1344 -1358. Doi: 10.22092/ijfs.2018.116918.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

Mason, D.T., 1967. Limnology of Mono Lake, California Paperback, University of California Press, USA. 110 P.

Mohebbi, F., 2010. The Brine Shrimp Artemia and hypersaline environments microalgal composition: a mutual interaction. *International Journal of Aquatic Science*, 1: 19-27.

Parker, G.H., 1900. Lake Urmi. *American Naturalist*, 34: 315.

Persoone, G. and Sorgeloos, P., 1980. General aspects of the ecology and biogeography of Artemia, In: Persoone, G. *et al.* (eds.) The brine shrimp Artemia *:* Proceedings of the International Symposium on the brine shrimp Artemia salina, Corpus Christi, Texas, USA, August 20-23, 1979: 3. Ecology, culturing, use in aquaculture. pp. 3-24.

Shadrin, N.V., 2009. The Crimean hypersaline lakes: towards development of scientific bases of integrated sustainable management. Paper presented at the international Symposium/Workshop on Biology and Distribution of *Artemia*. Urmia, Iran, December 13-14.

Sorgeloos, P. and Persoone, G., 1975. Technological improvements for the cultivation of invertebrates as food for fishes and crustaceans. II. Hatching and culture of the brine shrimp *Artemia salin* L. *Aquaculture*, 6: 303–317.

Stephens, D.W. and Gillespie, D.M., 1976. Phytoplankton production in the Great Salt lake, Utah, and a laboratory study of algal response to enrichment. *Limnology and Oceanography*, 21(1): 74-87. Doi: 10.4319/lo.1976.21.1.0074.

Van Stappen, G., Fayazi, G. and Sorgeloos, P., 2001. International study on *Artemia* LXIII. Field study of the *Artemia urmiana* (Günther, 1890) population in Lake Urmiah, Iran. *Hydrobiologia*, 466, 133–143. Doi: 10.1023/A: 1014510730467.

Velasco, S.J., Retana, O.D.A., Castro, M.J., Castro, M.G., Monroy, D.M.C., Ocampo, C.J.A., Cruz, C.I. and Becerril, C.D., 2016. Salinity effect on reproductive potential of our *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) Mexican populations grown in laboratory. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(3): 247–253.

Wirick, C.W., 1972. The *Dunaliella-Artemia* plankton community of the Great Salt Lake, Utah M.S. Thesis, Dept. of Biology, University of Utah. 20 P.

Wurtsbaugh, W.A. and Gliwicz, Z.M., 2001. Limnological Control of Brine Shrimp Population Dynamics and Cyst Production in the Great Salt Lake, Utah. *Hydrobiologia*, 466: 119-132. Doi: 10.1023/A: 1014502510903.

Wurtsbaugh, W.A., 1992. Food- web modification by an invertebrate predator in the Great Salt Lake (USA). *Oecologia*, 89 (2): 168-175. Doi: 10.1007/BF00317215.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]

A review on the *Artemia* stocks in Lake Urmia (1277-1400)

Mohebbi F.[1]; Seidgar M.[1*]; Hafezieh M.[2]; Dadashpour B.A.[1]; Alizadeh Osaloo Zh.[1]

[*]seidgar21007@yahoo.com

1-National Artemia Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Urmia, Iran.
2-Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

Abstract

This study investigates the *Artemia* biomass and cysts changes in Urmia Lake in different time periods. However, changes in *Artemia* population in other hypersaline lakes such as the Great Salt Lake of America, Dead Sea and Griessmeir lake in Newzeland have also been investigated. The first documented estimation of *Artemia* stock in Lake Urmia was made by Günther about 125 years ago. After him, in various time periods, Urmia Lake *Artemia* population was assessed by different authors. The most important researches of them were the studies which performed in last three decades. The highest Artemia population in Lake Urmia has been reported in 1990s which was simultaneous with the highest water standing level of the lake. Here after the lake water level was steadily declined, which negatively affected *Artemia* communities. In 2010s, Lake Urmia was faced with a water shortage crisis so, *Artemia* population declined dramatically. Regarding the Great Salt Lake similarities to Urmia Lake, this lake investigation were highlighted in our research. Generally, *Artemia* cysts density in Urmia lake were decreased from 2500 per liter in 1990s to 4.6 in 2010s, and the biomass from 1500 per cubic meter in 1990s to 4 per cubic meter in 2010s. Lowering the lake water level and simultaneously increasing its salinity is recognized as one of the most important factors in the *Artemia* population drop. Another crucial parameter in *Artemia* population decline in Lake Urmia is the significant reduction of algae population, particularly *Dunaliella*, which is the main food source of *Artemia*.

Keywords: *Artemia* stocks, Lake Urmia, Cysts, Biomass, Hypersaline, Water decline

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.5.8.8]