این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

Journal of Natural Environmental Hazards, Vol.---, Issue ----, ------ ------

Biodiversity, History, and Ecological Risks of Iranian Artemia (with Emphasis on Urmia Lake Artemia)

Fereidun Mohebbi[1*], Alireza Asem[2]

1. Corresponding Author, *Assistant Professor, Department of Forest and Rangeland, Research and Agriculture Education Center of West Azarbaijan, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Urmia, Iran*
Email: *f.mohebbi@areeo.ac.ir* ***ORCID:*** *https://orcid.org/0000-0003-0677-6857*
2. *Assistant professor, College of Fisheries and Life Science, Hainan Tropical Ocean University, Sanya 572022, China*

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: ----------
Revised: ----------
Accepted: ----------
Published: ----------

Keywords:
Artemia urmiana, Artemia franciscana, parthenogenic Artemia, invasive species, regional red list..

ABSTRACT

Lake Urmia, the largest natural habitat of Artemia in Iran, is on the verge of extinction. About 125 years ago, British biologist Robert Günther named the Lake Urmia brine shrimp under the species Artemia urmiana. According to the latest checklist, there are 59 locations across Iran where Artemia has been scientifically recorded or reported. This study aims to review the ecological hazards of Artemia in Iran, with an emphasis on Lake Urmia brine shrimp. The research methodology is based on studies conducted by the authors of the article and searches in the most important search systems on the Internet. Based on the findings of this study, as the water level of Lake Urmia continued to decline over the past two decades, the egg density decreased from 339 eggs per liter in 1994 to less than 1 egg per liter between 2007 and 2011 and 0.012 eggs per liter in October 2014, and no adult nauplii or Artemia were observed in the lake. Accordingly, in the latest Artemia checklist in 2024, it was suggested that the species Artemia urmiana should be listed as a "Critically Endangered" species in the "Regional Red List" of Iran. The results of the study show that all natural Artemia habitats, especially Lake Urmia, are in critical ecological conditions. On the other hand, the lack of studies on hermaphrodite Artemia and the presence of the invasive Artemia Franciscana as a non-native species from North America in these habitats have complicated the data related to Artemia biodiversity in Iran. The lack of new data and the heterogeneity of the methodology for assessing Artemia populations, especially in Lake Urmia, have made accurate analysis of biodiversity data challenging. Overall, it is necessary to fundamentally revise the management of water resources in these habitats.

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

How to Cite: Last Name, Initial., Last Name, Initial., & Last Name, Initial. (2021). Title of paper. *Journal of Natural Environmental Hazards*, -- (--), ----.

© The Author/Authors
DOI: 0000000000000000000
Publisher: University of Sistan and Baluchestan

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

The small crustacean brine shrimp of the genus Artemia Leach, 1819, are mainly adapted to live in highly saline environments, including saline or alkaline lakes, salt production ponds, coastal wetlands, and brackish river margins. Artemia has nine species with populations of endemic regional distribution, which is consistent with the principles of "island biogeography." One species is found in the Mediterranean region, five in Asia, and three in the Americas. Artemia franciscana has been introduced to Africa, Australia, and Eurasia by human intervention through aquaculture and salt production activities. The genus Artemia also includes monogamous specimens distinguished by different ploidy levels (di-, tri, tetra, and penta-ploidy). Despite the economic importance of Artemia in aquaculture, which has stimulated laboratory research, its commercial value has limited field studies. This trend continues, and the contribution of field studies to the taxonomy, ecology, and biodiversity of this genus remains negligible. Given the pivotal role of Artemia as live food in aquaculture, it is essential to continuously and systematically assess its stocks and deepen our understanding of its species diversity. Here, we present a comprehensive review of historical documents dating back to the 10th century and contemporary scientific literature.

DATA AND METHODOLOGY

The findings indicate that Artemia has been recorded or reported in 59 locations (natural habitats and farms) across Iran, where Artemia has been recorded or reported (Fig. 1). This represents a significant increase from the 23 locations reported in the last checklist in 2016.

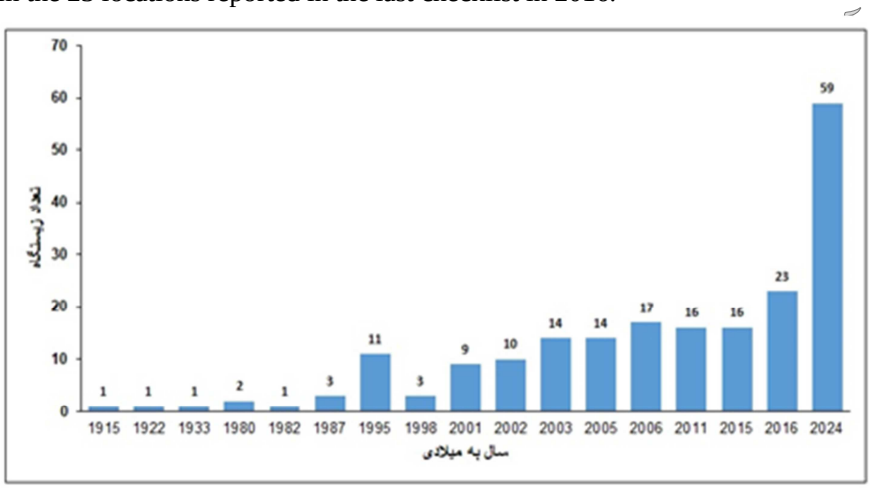


Figure 1: Number of recorded Artemia habitats in Iran based on global and regional checklists

(Global checklists: Abouni, 1915; Artum, 1922; Stella, 1933; Persone and Sorgelos, 1980; Brown and McDonald, 1982; Vanhake et al., 1987; Triantaphylidis et al., 1998; Van Stoppen, 2002)(Regional checklists: Nouri, 1995; Agh et al., 2001; Hafezieh, 2003; Jafari and Vatandoost 2005, Abatzopoulos et al., 2006; Jafari and Astani, 2011; Hafezieh et al., 2015; Agh, 2016; Asem et al., 2024)

Lake Urmia Habitat of Artemia urmiana

Lake Urmia is the largest natural habitat of Artemia urmiana, known as the only native bisexual species of Artemia in Iran. Over the past 20 years, Lake Urmia has experienced a significant decline in water level, primarily attributed to a combination of environmental disturbances and human activities. The Iranian geographer Abu Ishaq Estakhri recorded the first scientific record of Artemia from the lake between 930 and 933. About a thousand years later, the British biologist Robert Gunter named the Artemia species of Lake Urmia Artemia urmiana. However, as the water level continued to decline

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

and Lake Urmia dried up over the past two decades, Artemia stocks have also declined. The egg density has dropped from 339 eggs per liter in 1995 to less than 1 egg per liter between 2008 and 2012, and 0.012 eggs per liter in September 2024, and no adult Neapolitan or Artemia species have been observed in the lake since. According to the latest NASA image taken on September 16, 2025, Lake Urmia (Fig. 2), once the largest inland lake in Iran and the 20th largest lake in the world, has completely dried up. Accordingly, in the latest Artemia checklist in 2024, it was suggested that Artemia urmiana should be listed as a “Critically Endangered” species on the “Regional Red List” of Iran. Given the environmental hazards and successive droughts that threaten Artemia habitats worldwide, as well as the small number of Artemia species, the importance of this study becomes even more apparent.

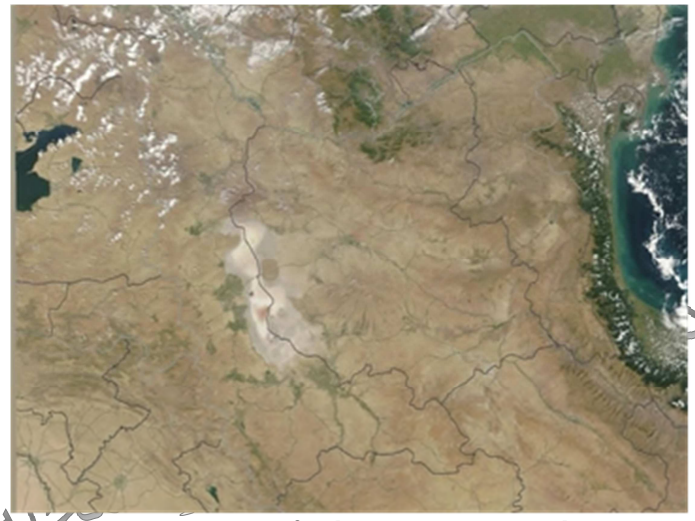


Figure 2: NASA image of Lake Urmia on September 7, 2025.

RESULTS AND DISCUSSION

Asexual forms of Artemia cannot be classified as members of a single taxon. Eimanifer et al. (2014) cautiously used the term “Eurasian haplotype complex” for this group of species. The title “parthenogenetic Artemia lineages” was proposed for those groups of Artemia that reproduce exclusively by asexual means.

Invasive Artemia franciscana

The introduction and proliferation of the non-native species Artemia franciscana on all continents since the late 1970s has posed a significant threat to native species. The first report of the presence of the non-native species Artemia franciscana in Iran was in 2006 from Lake Noq. In the latest checklist in 2024, the presence of Artemia franciscana was reported in 12 habitats, three of which include the natural lakes of Maharloo, Tashk, and Bakhtegan, which are the natural habitats of Artemia. The significant increase in habitats occupied by this non-native species over the past 20 years is a serious threat to the biodiversity of natural habitats in Iran. Therefore, continuous monitoring of Artemia habitats should be included in conservation management strategies, and at the same time, the development of the aquaculture industry and the preservation of native Artemia biodiversity should be prioritized.

Human encroachment and occupation have led to the destruction of Artemia habitats in many parts of the country. In addition, climate change has caused Lake Bazengan in North Khorasan Province to transform from a brackish to a hypersaline environment, which now hosts Artemia. The origin of Artemia in Lake Bazengan is still unknown; however, owing to the lack of human intervention in

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

introducing Artemia to the lake, the presence of parthenogenetic Artemia seems more likely to have been introduced by migratory waterfowl or wind from nearby areas. The high competitiveness of Artemia franciscana has caused it to outcompete native Artemia species in the habitats it occupies and become the dominant species in these habitats. Preliminary studies indicate that native parthenogenetic Artemia lineages in Iran have a higher production potential than native Artemia urmiana and non-native Artemia franciscana. Considering these findings, priority should be given to using native parthenogenetic Artemia in aquaculture to preserve Artemia biodiversity.

CONCLUSION

The lack of new biodiversity data and the methodological heterogeneity of Artemia population assessments conducted to date in natural habitats, especially in Lake Urmia, have made biodiversity data analysis challenging. Therefore, it is essential to adopt a specific protocol in accordance with standard methods for the continuous data collection and analysis.

ETHICAL CONSIDERATIONS

Conflict of Interest Statement: The authors declare no conflict of interest.

Ethical Statement: This article does not contain any studies with human participants or animals performed by any of the authors.

REFERENCES

References [in Persian]

Hafezieh, M. (2003). *Artemia*, Brine Shrimp. Iranian Fisheries Science Research Institute Press, Tehran, 214 pages. [In Persian]

Hafezieh, M; Sharifian, Mansour; Hosseinpour, Homeira. (2015). Cysts and nauplius biometrical comparison of Iranian *Artemia*. *Journal of Aquaculture Development*, 9, 11–24. [In Persian]

Jafari, A.; Vatandoost, S. (2005). Geographical distribution of *Artemia*. Congress of Marine Science and Technology, 22 December 2005, Tehran: Iran. [In Persian]

Jafari, M, Astani, S. (2011). Studying and investigating the different usages of *Artemia* and its distribution in the country. The first national conference on economic resolutions in the field of Agriculture and Natural Resources, 15 December 2011, Qom, Iran. [In Persian]

Keramati, E; Armon, F; Khatami, S. Y. (2016). Beauty at the edge of the development, the encounterment of Ardabil City and the Shorabil Lake. *Manzar*, 37, 30–37. [In Persian]

Sabak Ara, J; Makaremi, M. (2011). Surveying the density and distribution of plankton and their role in Shorabil (Ardabil) Lake. *Journal of Biology Science*, 5, 31–46. [In Persian]

Noori. F. (1996). Study the morphology, reproduction, and life cycle of *Artemia urmiana* of Urmia Lake. Urmia University, 60 pages. [In Persian]

References [in English]

Asem, A., Yang, C., Eimanifar, A., Hontoria, F., Varó, I., Mahmoudi, F., Fu, C., Shen, C., Rastegar-Pouyani, N., Wang, P., Li, W., Yao, L., Meng, X., Dan, Y., Rogers, C. & Gajardo, G. (2023). Phylogenetic analysis of problematic Asian species of *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea, Anostraca), with the descriptions of two new species. *Journal of Crustacean Biology*, 43, 1–25. http://doi.org/10.1093/jcbiol/ruad002

Asem, A.; Eimanifar, A.; Wink, M. (2024a). Species diversity and distribution of *Artemia* (Crustacea, Anostraca) in Iran: Historical contexts and updated review. Zoodiversity, 58, 269–298.

Asem, A., Gajardo, G., Hontoria, F., Yang, C., Shen, C., Rastegar-Pouyani, N, Padhye, S. M. & Sorgeloos, P. (2024 b). The species problem in *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca), a genus with sexual species and obligate parthenogenetic lineages. *Zoological Journal of the Linnean Society*, zlad192. http://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlad192

Collins, N. C. (1977). Ecological studies of terminal lakes-their relevance to problems in limnology and population biology. *In*: Greer, D. C., ed. *Desertic Terminal Lakes*. Utah Water Resources Laboratory, Utah, 411–420.

Rogers, D. C. (2015). A conceptual model for anostracan biogeography. *Journal of Crustacean Biology*, 35, 686–99. http://doi.org/10.1163/1937240X-00002369

Eimanifar, A., Van Stappen, G., Marden, B. & Wink, M. (2014). *Artemia* biodiversity in Asia with the focus on the phylogeography of the introduced American species *Artemia franciscana* Kellogg, 1906. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 79, 392–403. http://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.06.027.

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ----، شماره ----- ، -------- -----

تاریخچه تنوع زیستی و مخاطرات بوم شناختی آرتمیای ایران (با تاکید بر آرتمیای دریاچه ارومیه)

فریدون محبی[1]*، علیرضا عاصم[2]

۱. استادیار پژوهشی، بخش جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی،سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایرا ن **(نویسنده مسئول)**

ایمیل: f.mohebbi@areeo.ac.ir *ORCID:* https://orcid.org/0000-0003-0677-6857

۲. استادیار، کالج شیلات و علوم زیستی، دانشگاه اقیانوس شناسی هانین، سن یا ۵۷۲۰۲۲، چین

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: --/--/--

تاریخ ویرایش: --/--/--

تاریخ پذیرش : --/--/--

تاریخ انتشار : --/--/--

واژه‌های کلیدی:
Artemia urmiana،
Artemia franciscana،
آرتمیای بکرزا، گونه مهاجم،
فهرست قرمز منطقه‌ای.

چکیده

دریاچه ارومیه، بزرگترین زیستگاه طبیعی آرتمیا در ایران در شرف نابودی است. حدود ۱۲۵ سال پیش، رابرت گانتر زیست شناس بریتانیایی آرتمیای دریاچه ارومیه را تحت گونه Artemia urmiana نامگذاری کرد. طبق آخرین چک لیست، ۵۹ مکان در سراسر ایران وجود دارد که آرتمیا در آنها به طور علمی ثبت یا گزارش شده است. هدف از این مطالعه مروری بر مخاطرات بوم‌شناختی آرتمیا در ایران و بررسی تاریخچه این مخاطرات با تاکید بر آرتمیای دریاچه ارومیه می باشد. روش تحقیق بر پایه مطالعات انجام شده توسط نویسندگان مقاله و جستجو در مهمترین سامانه‌های جستجوی منابع در اینترنت استوار می باشد. بر پایه یافته‌های این مطالعه، با ادامه کاهش سطح آب دریاچه ارومیه طی دو دهه گذشته، تراکم تخم از ۳۳۹ تخم در لیتر در سال ۱۳۷۳ به کمتر از ۱ تخم در لیتر بین سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ و ۰/۰۱۲ تخم بر لیتر در مهر ماه ۱۴۰۳ کاهش یافته و هیچگونه ناپلی یا آرتمیای بالغ در دریاچه مشاهده نشده است. بر همین اساس در آخرین چک لیست آرتمیا در سال ۲۰۲۴ میلادی، پیشنهاد شد که گونه Artemia urmiana می بایستی به عنوان یک گونه «به شدت در معرض خطر» (Critically Endangered) در «فهرست قرمز منطقه‌ای» ایران قرار گیرد. نتایج تحقیق نشان می دهد که تمام زیستگاه‌های طبیعی آرتمیا به ویژه دریاچه ارومیه از نظر اکولوژیکی در شرایط بحرانی قرار دارند. از طرف دیگر کمبود مطالعه درباره آرتمیاهای بکرزا و وجود Artemia Franciscana مهاجم به عنوان یک گونه غیر بومی از آمریکای شمالی در این زیستگاهها داده های مربوط به تنوع زیستی آرتمیا در ایران را پیچیده‌تر کرده است. فقدان داده‌های جدید و ناهمگونی روش‌شناسی ارزیابی جمعیت آرتمیا به ویژه در دریاچه ارومیه، تجزیه و تحلیل دقیق داده های تنوع زیستی را چالش‌برانگیز کرده است. در کل، لازم است در شیوه مدیریت منابع آب در این زیستگاه‌ها بازنگری اساسی صورت گیرد.

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

استناد: نام خانوادگی، نام؛ نام خانوادگی، نام؛ و نام خانوادگی، نام (۱۴۰۰). عنوان مقاله. *مخاطرات محیط طبیعی*، -- (--)، ----

© نویسنده/ نویسندگان

DOI: 00000000000000000000000000

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

مقدمه

جنس Artemia Leach, 1819 (راسته Anostraca، خانواده Artemiidae) شامل سخت‌پوستان شاخصی است که در زیستگاه‌های فوق شور در سراسر جهان پراکنش دارند. این جنس دارای ویژگی‌های ریخت‌شناختی و زیستی منحصربه‌فردی همچون فقدان کاراپاس، حضور ۱۱ جفت پای شناگر برگ‌پا، توانایی تحمل دامنه‌های بسیار بالای شوری با قابلیت تولید تخم مقاوم است. آرتمیا به‌دلیل مقاومت بالا در برابر شرایط محیطی سخت، نقش کلیدی در ساختار جوامع زیستی تالاب‌های شور داشته و از نظر اقتصادی نیز به‌عنوان منبع مهم غذای زنده در صنعت آبزی‌پروری اهمیت فراوانی دارد. اهمیت اقتصادی آرتمیا و به‌تبع آن تلاش برای پرورش آن در زیستگاه‌های غیربومی، ضرورت انجام بررسی‌های دقیق زیست‌جغرافیایی و بوم‌شناختی را دوچندان می‌سازد (گاجاردو و بیردمور، 2012).

آرتمیا، دارای نه گونه با جمعیت‌هایی با پراکندگی بومی - منطقه ای است (عاصم[1] و همکاران، 2023)، که با اصول «جغرافیای زیستی جزیره ای» (راجرز[2]، 2015؛ عاصم[3] و همکاران 2024 الف) همسو است، و شامل

یک گونه در منطقه مدیترانه:

Artemia salina (Linnaeus, 1758)

پنج گونه در آسیا:

Artemia urmiana Günther, 1899 (ایران)

Artemia sinica Cai, 1989 (چین و مغولستان)

Artemia tibetiana Abatzopoulos, Zhang & Sorgeloos, 1998 (فلات تبت)

Artemia sorgeloosi Asem, Eimanifar, Hontoria, Rogers & Gajardo, 2023 (فلات تبت)

Artemia amati Asem, Eimanifar, Hontoria, Rogers & Gajardo, 2023 (فلات تبت)

و سه گونه در آمریکاست:

Artemia monica Verrill, 1869 (اندمیک در دریاچه مونو واقع ایالت کالیفرنیا)

Artemia franciscana Kellogg, 1909 (دارای پراکندگی گسترده سراسر قاره آمریکا)

Artemia persimilis Piccinelli & Prosdocimi, 1968 (شیلی و آرژانتین)

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

آرتمیا فرانسیسکانا از طریق فعالیت های آبزی پروری و تولید نمک به آفریقا، استرالیا و اوراسیا معرفی شده است (عاصم[4] و همکاران، 2018؛ ؛ هورواث[5] و همکاران، 2018؛ ساجی[6] و همکاران، 2019؛ شن[7] و همکاران، 2021؛ عاصم[8] و همکاران، 2021؛ وو[9] و همکاران، 2022).

جنس آرتمیا شامل نمونه‌های بکرزا اجباری است که در آن ماده ها بدون نیاز به جنس نر، زادآوری می کنند. نمونه های بکرزا در آرتمیا با سطوح پلوئیدی متفاوت (دی، تری، تترا و پنتاپلوئیدی) متمایز می‌شوند. باریگوزی[10] (1974)

1 - Asem et al
2 -Rogers
3 -Asem et al
4 - Asem et al
5 - Horváth et al
6 - Saji et al
7 - Shen et al
8 - Asem et al
9 - Wu et al
10 - Barigozzi

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

اشکال آرتمیا که دارای تولید مثل غیرجنسی بودند را به عنوان "A. parthenogenetica" توصیف کرد. عاصم[1] و همکاران (2024 ب) نتیجه گیری کردند با توجه به شیوه بکرزایی اجباری در نمونه های بکرزا، عنوان " A. parthenogenetica" نامگذاری غیر معتبر است که با مفهوم گونه زیستی ارنست مایر همخوانی ندارد. همچنین با توجه به اینکه لفظ «جمعیت» در بیوسیستماتیک مدرن و ژنتیک جمعیت اشاره به افرادی با قابلیت تولید مثل جنسی دارد (مایر، 1970)، استفاده از عنوان «جمعیت» برای گروه های بکرزای آرتمیا که تولید مثل غیر جنسی دارند جایز نمی باشد. از این رو پیشنهاد شد که نمونه های بکرزا تحت عنوان "دودمان (های) بکرزای آرتمیا" خوانده شوند (عاصم و همکاران، 2024 ب).

علیرغم اهمیت اقتصادی آرتمیا در آبزی‌پروری که تحقیقات علمی آزمایشگاهی را برانگیخته است، ارزش تجاری آن، سبب گردید تا مطالعات، بیشتر بر روی تحقیقات آزمایشگاهی برای معرفی بهترین گونه ها با پتانسیل تولید مثلی بالا به منظور بهره برداری اقتصادی در صنعت آبزی پروی متمرکز شود. از این رو تحقیقات میدانی و بوم شناختی بر روی گونه ها و جمعیت های آرتمیا کمتر مورد توجه واقع شده است (کولینز[2]، ۱۹۷۷). این روند همچنان ادامه دارد و سهم مطالعات میدانی در طبقه‌بندی، بوم‌شناسی و تنوع زیستی آرتمیا ناچیز است.

با وجود اهمیت اکولوژیکی و اقتصادی آرتمیا در ایران، به‌ویژه آرتمیای دریاچه ارومیه، شکاف پژوهشی قابل توجهی در حوزه مطالعات میدانی، پایش مداوم و ارزیابی ذخایر این موجود در زیستگاه‌های طبیعی مشاهده می‌شود. بیشتر تحقیقات انجام‌شده بر روی جنبه‌های آزمایشگاهی و پرورشی آرتمیا متمرکز بوده و داده‌های جامع و به‌روزی درباره وضعیت جمعیتی، تنوع ژنتیکی و روند تغییرات اکولوژیکی آرتمیا در زیستگاه‌های طبیعی ایران وجود ندارد. همچنین، روش‌شناسی ناهمگون در ارزیابی ذخایر (به ویژه در مورد آرتمیای دریاچه ارومیه) (محبی، ۱۴۰۰؛ محبی و همکاران، ۱۴۰۰ الف؛ محبی و همکاران، ۱۴۰۰ ب؛ محبی و همکاران، ۱۴۰۱)، فقدان برنامه‌های پایش منظم و کمبود مطالعات در مورد دودمان‌های بکرزای بومی و تأثیرات گونه مهاجم Artemia franciscana، تحلیل دقیق وضعیت تنوع زیستی آرتمیا در ایران را با چالش مواجه کرده است. این خلأ اطلاعاتی، تدوین راهبردهای حفاظتی مؤثر و مدیریت پایدار ذخایر آرتمیا را دشوار ساخته است. در این مقاله، هدف نخست آن است که با اتکا به چک‌لیست‌های جهانی و منطقه‌ای، برآوردی تاریخی–بوم شناختی از وضعیت آرتمیای بومی ایران ـ به‌ویژه آرتمیا اورمیانا در دریاچه ارومیه ـ ارائه شوددر نهایت، وضعیت گونه غیربومی آرتمیا فرانسیسکانا در ایران نیز مورد بررسی و تحلیل قرار خواهد گرفت.

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

روش شناسی

پایگاه داده‌ی مقالات مرتبط با تنوع زیستی آرتمیا در ایران تا تاریخ خرداد ۱۴۰۴ با استفاده از اطلاعات چهار گروه منبع اصلی گردآوری شده است:

(۱) جستجوی مقالات منتشر شده به زبان انگلیسی در نشریات بین المللی که در پایگاه داده‌ی الکترونیکی "گوگل محقق" (www.scholar.google.com) نمایه شده‌اند.

1 - Asem et al
2 - Collins

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

(۲) جستجوی مقالات منتشر شده به زبان فارسی در نشریات و کنفرانس های داخلی که در پایگاه‌های داده‌ی الکترونیکی "مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی" (www.sid.ir)، "بانک اطلاعات نشریات کشور" (www.magiran.com) و"پایگاه سیویلیکا" (www.civilica.com) نمایه شده‌اند.

(۳) جستجوی پایان نامه های تحصیلی دانشگاه های ایران و گزارش طرح های سازمانهای اجرایی-پژوهشی کشور در پایگاه داده‌ی الکترونیکی "وبسایت پژوهشکده علوم و فناوری اطلاعات ایران" (www.irandoc.ac.ir) نمایه شده‌اند.

(۴) جستجوهای در "سایت گوگل" (www.google.com) جهت تهیه فهرست کتابشناختی مقالات منتشر شده به زبان انگلیسی و فارسی که در پایگاه‌های داده‌ی الکترونیکی نمایه شده‌اند.

تاریخچه مطالعات تنوع زیستی آرتمیا در ایران

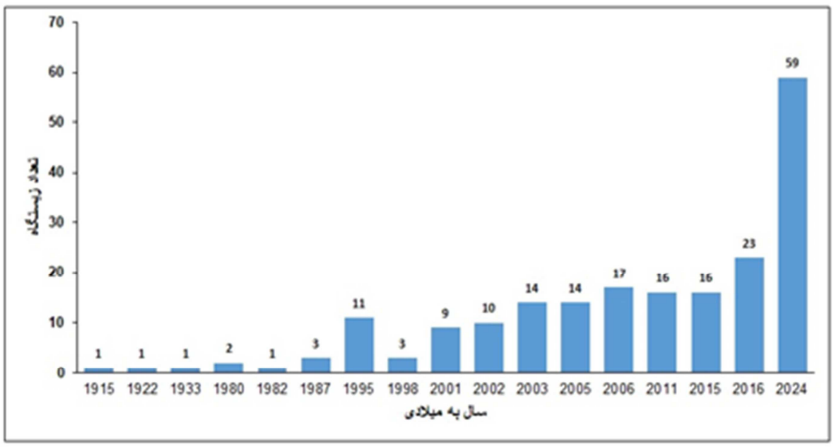
با توجه به نقش محوری آرتمیا به عنوان غذای زنده در آبزی پروری، ارزیابی پیوسته و سیستمیک ذخایر آن و تعمیق درک ما از تنوع گونه‌ای آن ضروری است. چنین تلاش‌هایی برای مدیریت مؤثر بهره‌برداری تجاری از آرتمیا و ترویج فعالیت‌های آبزی‌پروری پایدار ضروری است. در اینجا ما مروری جامع بر اسناد تاریخی مربوط به قرن دهم میلادی و مقالات علمی معاصر ارائه می‌دهیم.

ایران با خشکسالی‌های طولانی مدت در مناطق مرکزی و شمالی و گسترش سریع آبزی‌پروری در سواحل جنوبی که تأثیر معنا داری بر تولید تجاری، تنوع زیستی و توزیع آرتمیا دارد، به عنوان یک مطالعه موردی آموزنده عمل می‌کند. از سال ۱۹۱۵ تا ۲۰۲۴ میلادی، ۱۷ چک لیست، شامل هشت فهرست جهانی (آبونی[1]، ۱۹۱۵؛ آرتوم[2]، ۱۹۲۲؛ استلا[3]، ۱۹۳۳؛ پرسونه و سورگلوس[4]، ۱۹۸۰؛ براون و مک دونالد[5]، ۱۹۸۲؛ ونهاکه[6] و همکاران، ۱۹۸۷؛ تریانتافیلیدیس[7] و همکاران، ۱۹۹۸؛ ون استاپن[8]، ۲۰۰۲) و نه مطالعه منطقه ای (نوری، ۱۳۷۵؛ آق و همکاران، ۲۰۰۱؛ حافظیه، ۱۳۸۱؛ جعفری و وطن دوست ۱۳۸۴، آباتزوپولوس[9] و همکاران، ۲۰۰۶؛ جعفری و آستانی، ۱۳۹۰؛ حافظیه و همکاران، ۱۳۹۴؛ آق[10]، ۲۰۱۶؛ عاصم[11] و همکاران ۲۰۲۴ج) بر تنوع زیستی آرتمیای ایران تمرکز داشته است. شکل 1 شامل اطلاعات مربوط به سالهایی گزارش تنوع زیستی آرتمیا در ایران که تعدادزیستگاه ها معرفی شده می باشد. یافته‌ها نشان می‌دهد که ۵۹ مکان (زیستگاه های طبیعی و مزارع پرورشی) در سراسر ایران وجود دارد که آرتمیا در آنها ثبت و یا گزارش شده است (عاصم[12] و همکاران، ۲۰۲۴ج). این آمار افزایش قابل توجهی نسبت به ۲۳ مکان گزارش شده در آخرین چک لیست ارائه شده در سال ۲۰۱۶ را نشان می دهد.

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

1 - Abonyi
2 - Artom
3 - Stella
4 - Persoone & Sorgeloos
5 - Browne & McDonald
6 - Vanhaecke et al
7 - Triantaphyllidis et al
8 - Van Stappen et al
9 - Abatzopoulos
10 - Agh
11 - Asem et al
12 - Asem et al

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.



شکل۱: تعداد زیستگاههای ثبت شده آرتمیا در ایران بر اساس چک لیست های جهانی و منطقه ای(چک لیست های جهانی: آبونی، 1915؛ آرتوم، 1922؛ استلا، 1933؛ پرسونه و سورگلوس، 1980؛ براون و مک دونالد، 1982؛ ونهاکه و همکاران، 1987؛ ترینتافیلیدیس و همکاران، 1998؛ ون استاپن، 2002) (چک لیست های منطقه ای: نوری، 1995؛ آق و همکاران، 2001؛ حافظیه، 2003؛ جعفری و وطن دوست 2005، آباتزوپولوس و همکاران، 2006؛ جعفری و آستانی، 2011؛ حافظیه و همکاران، 2015؛ آق، 2016؛ عاصم و همکاران 2024 ج)

دریاچه ارومیه زیستگاه آرتمیا اورمیانا

دریاچه ارومیه زیستگاه طبیعی آرتمیا اورمیانا به عنوان تنها گونه بومی دوجنسی آرتمیا در ایران شناخته می شود. دریاچه ارومیه (شرق شهر ارومیه، استان آذربایجان غربی) پیش از این به عنوان بیستمین دریاچه بزرگ جهان با مساحتی بین ۴۷۵۰ تا ۶۱۰۰ کیلومتر مربع رتبه‌بندی شده بود (ایمانی‌فر و محبی[1]، ۲۰۰۷)، هرچند اکنون با چالش زیست محیطی دست به گریبان است. ویژگی‌های متنوع زیستی و بوم شناسی این دریاچه منجر به گنجاندن آن در کنوانسیون رامسر در سال ۱۹۷۵ میلادی (https://rsis.ramsar.org/) شد و متعاقبا در سال ۱۹۷۶ میلادی توسط یونسکو به عنوان یکی از ۵۹ ذخیره‌گاه زیست‌کره جهان تعیین شد (عاصم[2] و همکاران، ۲۰۱۴، 2016 الف). با این حال، در طول بیست سال گذشته، دریاچه ارومیه کاهش قابل توجهی در سطح آب خود را تجربه کرده است که در درجه اول به مجموعه‌ای از اختلالات زیست‌محیطی و فعالیت‌های انسانی نسبت داده می‌شود (کریمی[3] و همکاران، 2016؛ گلابیان[4]، 2011؛ عاصم و همکاران، 2012؛ وورتسبا[5] و همکاران، 2017؛ سیما[6] و همکاران، 2021). پس از سال 1385، افزایش قابل توجهی در شوری دریاچه مشاهده شده است تا جایی که به شوری اشباع تا ۳۰۰ g/L رسیده است (عاصم و همکاران، 2019). دریاچه در بین سال‌های 1373 تا 1391 شاهد از دست دادن نزدیک به ۶۰ درصد از مساحت سطح و بیش از ۹۰ درصد از حجم خود بود (شولز[7] و همکاران، 2020).

آرتمیا اورمیانا به‌عنوان تنها ماکروزئوپلانکتون بومی دریاچه ارومیه، نقشی بنیادین در ساختار و پویایی بوم‌سازگان و زنجیره غذایی این دریاچه ایفا می‌کند. این گونه منبع اصلی تغذیه پرندگان آبزی مهاجر، به‌ویژه فلامینگوها، به شمار می‌رود و تداوم جمعیت این پرندگان وابستگی شدیدی به فراوانی و چرخه فصلی آن دارد. همچنین، آرتمیا اورمیانا با

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

1 - Eimanifar & Mohebbi
2 - Asem et al
3 - Karimi et al
4 - Golabian et al
5 - Wurtsbaugh et al
6 - Sima et al
7 - Schulz et al

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

کنترل زیست‌توده فیتوپلانکتون‌ها و باکتری‌ها و مشارکت در چرخه مواد غذایی، نقشی کلیدی در حفظ تعادل اکولوژیکی دریاچه بر عهده دارد. ازاین‌رو، هرگونه تغییر در جمعیت آن می‌تواند پیامدهای گسترده‌ای بر شبکه غذایی و پایداری بوم‌سازگان دریاچه ارومیه برجای گذارد (محبی و همکاران،۱۴۰۱). همزمان، چندین ارزیابی ذخایر، نوساناتی را در جمعیت آرتمیا اورمیانا نشان داده‌اند، به طوری که تراکم تخم از ۳۳۹ تخم در لیتر در سال ۱۳۷۳، به کمتر از ۱ تخم در لیتر بین سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰، و سپس افزایش به ۴/۶ تخم در لیتر در طول سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸-، رسیده است (عاصم[1] و همکاران، ۲۰۱۲؛ محبی[2] و همکاران، ۱۴۰۱). این بحران زیست‌محیطی باعث کاهش شدید تولید سالانه تخم آرتمیا شده است و از حداقل ۴۲۴۳ تن وزن خشک (در نیم متر بالایی آب) در سال ۱۳۷۳ (سورگلوس[3]، ۱۹۹۷) به تقریباً ۵۵ تن وزن خشک (در کل حجم دریاچه) در سال ۱۳۹۶ کاهش یافته است (محبی[4] و همکاران، ۱۴۰۱). قبل از خشکسالی، کل تخم آرتمیا که بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۲ برداشت شده بود، حدود ۲۰۴۰۰۰ تن (وزن تر) تخمین زده می‌شد (محبی[5] و همکاران، ۱۴۰۱).

اولین سند علمی در مورد آرتمیا، به نیمه اول قرن دهم میلادی برمی‌گردد، که جغرافیدان ایرانی، ابواسحاق استخری، وجود آرتمیا در دریاچه ارومیه را گزارش کرده است. استخری در کتاب خود، «المسالک و الممالک» (که با عنوان «راه‌ها و کشورها» نیز شناخته می‌شود)، از آرتمیا به عنوان «سگ آبی» یاد کرده است. این نسخه خطی بین سال‌های ۹۳۰ تا ۹۳۳ میلادی (قرن دهم میلادی) نوشته شده است (عاصم و ایمانی‌فر[6]، ۲۰۱۶).

پس از روایت استخری، یک جغرافی‌دان ناشناس ایرانی در نسخه خطی «حدود العالم من المشرق الی المغرب» (ترجمه شده با عنوان «محدوده‌های جهان از شرق تا غرب» و همچنین معروف به «مناطق جهان: یک جغرافیای فارسی») در سال ۹۸۲ میلادی (قرن دهم میلادی) به آرتمیا اشاره می‌کند. این نسخه خطی آرتمیا را به عنوان «کرم» توصیف کرده که قادر به زنده ماندن در آب‌های شور دریاچه ارومیه است (عاصم[7]، ۲۰۰۸). بعدها در سال 1275 میلادی ، یکی دیگر از جغرافیدانان ایرانی به نام زکریای قزوینی «سگ آبی» را به عنوان تنها موجود زنده دریاچه ارومیه در اثر خود «آثار البلدان و اخبار العباد» (همچنین به عنوان «یادگارهای سرزمین و تاریخ مردم» شناخته می‌شود) (عاصم و ایمانی فر، 2016؛ عاصم و همکاران 2024 ج) گزارش داده است که اشاره به آرتمیا دارد.

علاوه بر این، در سال ۱۸۷۷ میلادی، محمد اعتمادالسلطنه، سیاستمدار ایرانی، حضور آرتمیا را در دریاچه ارومیه مستند کرد و آن را به عنوان یک «حیوان نباتی الشکل» در کتاب خود «مرآت البلدان» (یا «آینه شهرها») توصیف نمود (عاصم و همکاران 2024 ج). در روایتی بعدی جورج کرزن، دیپلمات بریتانیایی، در کتاب خود در سال ۱۸۹۲ میلادی با عنوان «ایران و مسئله ایران»، از آرتمیای دریاچه ارومیه به عنوان گونه‌ای شبیه به «عروس دریایی» نام برده است (کرزن[8]، ۱۸۹۲؛ اسکلاتر[9]، ۱۸۹۳). این مجموعه از روایت‌های تاریخی، شناخت و اهمیت دیرینه آرتمیا در مطالعات اکولوژیکی دریاچه ارومیه و مناطق اطراف آن را تأیید می‌کند.

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

1 - Asem et al
2 - Mohebbi et al
3 - Sorgeloos
4 - Mohebbi et al
5 - Mohebbi et al
6 - Asem & Eimanifar
7 - Asem
8 - Curzon
9 - Sclater

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

در اواخر قرن نوزدهم میلادی، رابرت گانتر، جانورشناس بریتانیایی، از کمیته انجمن سلطنتی بریتانیا کمک هزینه تحقیقاتی برای مطالعه جانوران و گیاهان دریاچه ارومیه دریافت کرد (گانتر و مانلی[1]، ۱۸۹۹). او در مراحل اولیه تحقیقات خود، با همکاری پدرش آلبرت گانتر که سمت «مسئول جانورشناسی» در موزه بریتانیا در لندن را بر عهده داشت، گونه آرتمیا در دریاچه ارومیه در ابتدا به عنوان «مدوسا» و سپس گونه‌ای از «برانچیپوس» معرفی کردند (گانتر[2]، ۱۸۹۸ الف) و بعداً در «گروه آرتمیا از گونه‌های برنچپوس» طبقه‌بندی نمودند (گانتر[3]، ۱۸۹۸ ب). با این حال، تحقیقات بعدی رابرت گانتر را به این نتیجه رساند که نمونه‌های مشاهده شده در دریاچه ارومیه در واقع متعلق به جنس آرتمیا هستند (گانتر،۱۸۹۹ الف). سرانجام در سال ۱۸۹۹میلادی، گانتر آرتمیا اورمیانا را از دریاچه ارومیه توصیف و به دنیای علم معرفی کرد (گانتر، ۱۸۹۹ ب).

نکته قابل توجه این است که در مورد نامگذاری آرتمیا اورمیانا سردرگمی‌هایی وجود داشته است. در برخی منابع، نام علمی آرتمیا اورمیانا به اشتباه به کلارک و بوون[4] (1976) ارجاع داده شده است، این درحالیست که کلارک و بوون صرفاً عنوان «میگوهای دریاچه ارومیه» را بدون اشاره به نام علمی آن بکار برده اند. علاوه بر این، در مقالات متعدد تاریخ نامگذاری آرتمیا اورمیانا توسط گانتر تحت سال‌های مختلف (1890، 1899 و 1900) بیان شده است، اما بعداً تاریخ صحیح توصیف این گونه سال 1899 میلادی ذکر شده است (عاصم و راجرز[5]، 2012).

در تعداد قابل توجهی از مطالعات انجام شده از اوایل دهه 1950 تا اواخر دهه 1980، آرتمیا اورمیانا به اشتباه به عنوان «*Artemia salina* » گزارش شده است (به عنوان مثال، پلاتنر[6]، 1955؛ لافلر[7]، 1956، 1959، 1961؛ مک‌کاراهر[8]، 1972). نام آرتمیا سالینا به نادرست برای گونه‌ها و جمعیت‌های مختلف، صرف نظر از وضعیت طبقه‌بندی آنها، به کار رفته است (آبرو-گروبو یس و بیردمور[9]، 1982؛ گاجاردو[10] و همکاران، 2002؛ عاصم[11] و همکاران، 2010 الف). این مشکل در مطالعات معاصر، به ویژه آنهایی که از آرتمیا به عنوان مدل در مطالعات سم شناسی استفاده می‌کنند، تکرار شده است که برای تمام گونه ها و جمعیت های استفاده شده در تحقیقات سم شناسی عنوان آرتمیا سالینا بکار رفته است.

در سال ۱۹۸۷ میلادی، یک سوال اساسی در مورد وضعیت طبقه‌بندی آرتمیای دریاچه ارومیه توسط باریگوزی[12] و همکاران (۱۹۸۷) مطرح شد که آیا آرتمیای دریاچه گونه Artemia urmiana است یا دودمانهای بکرزا هستند. مطالعه آنها بر روی روش‌های تولید مثل تقریباً ۵۰۰ فرد در یک محیط آزمایشگاهی متمرکز بود و منحصراً دودمان‌های بکرزا را شناسایی کردند. آنها از طریق تهیه کاریوتایپ و بررسی ۲۴ ناپلی برای تعیین تعداد کروموزوم‌ها، سه دودمان بکرزای متمایز را تشخیص دادند: دیپلوئید (۱۵ نمونه)، تتراپلوئید (۱ نمونه) و پنتاپلوئید (۸ نمونه). آنها پیشنهاد کردند که هم آرتمیای بکرزا و هم آرتمیای دوجنسی ممکن است در دریاچه ارومیه وجود داشته باشند، اما

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

1 - Günther & Manley
2 - Günther
3 - Günther
4 - Clark & Bowen
5 - Asem & Rogers
6 - Plattner
7 - Löffler
8 - McCarraher
9 - Abreu-Grobois & Beardmore
10 - Gajardo et al
11 - Asem et al
12 - Barigozzi et al

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

به دلیل تمایز اکولوژیکی، در مکان‌های جداگانه‌ای قرار دارند. علاوه بر این، آنها نتیجه گرفتند که بعید به نظر می‌رسد که مشاهده آنها نتیجه جایگزینی آرتمیای بکرزا با انقراض آرتمیا اورمیانا باشد (باریگوزی و همکاران، ۱۹۸۷). همزمان با این یافته‌ها، آذری تاکامی[1] (1989) مشاهده آرتمیای جنسی و بکرزا را در دریاچه ارومیه گزارش کرد که نشان‌دهنده همزیستی آرتمیای جنسی آرتمیا اورمیانا و آرتمیای بکرزا در یک زیستگاه است (همچنین مراجعه کنید به باریگوزی و بارتلی[2]، 1989؛ براون و بوون[3]، 1991). احمدی[4] و همکاران (1990) با تکیه بر نمونه‌های جمع‌آوری‌شده در سال 1987، همزیستی آرتمیا اورمیانا و آرتمیای بکرزا را در امتداد خط ساحلی غربی دریاچه مستند کردند.

در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۵ میلادی، آق[5] و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که در حالی که فقط آرتمیای بکرزا در سه تالاب اطراف مشاهده شد، آرتمیا اورمیانا و آرتمیای بکرزا بصورت همزیست در دریاچه ارومیه همزمان حضور داشتند که آرتمیا اورمیانا جمعیت غالب بوده است. علاوه بر این، عاصم[6] و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده کردند که آرتمیای بکرزا از دریاچه ارومیه و یک تالاب مجاور در منطقه رشکان از نظر مورفولوژیکی در دو زیرگروه مجزا قرار گرفتند. نسل‌های بعدی آرتمیای بکرزا جدا شده از دریاچه ارومیه در آزمایشگاه، حضور نرهای نادری را تایید کرد که نشان‌دهنده یک دودمان دیپلوئید است (عاصم[7] و همکاران، ۲۰۱۰ ب؛ برای اطلاعات بیشتر به سلیم و همکاران، ۲۰۱۹ مراجعه کنید).

بر اساس آخرین آمار در ۱۱ مردادماه ۱۴۰۴، تراز دریاچه ۱۲۶۹/۷۴متر، وسعت آن ۵۸۱ کیلومتر و حجم آب آن نیم میلیارد مترمکعب است، این درحالی است که یک سال قبل از آن در ۱۱ مردادماه سال ۱۴۰۳، حجم آب دریاچه چهار برابر یعنی ۲ میلیارد مترمکعب بوده است.

در حال حاضر آب دریاچه ارومیه آنقدر پایین آمده که تراز آن «غیرقابل اعلام» می باشد.

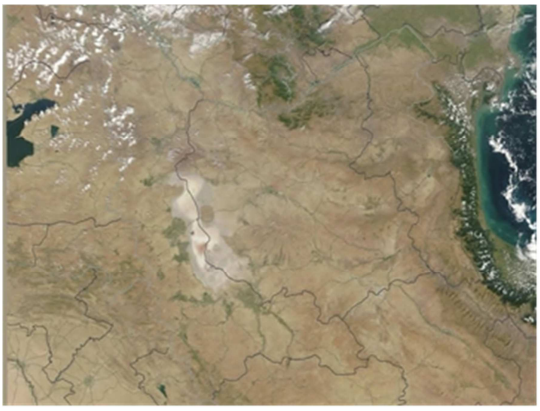
طبق بررسی های به عمل آمده و آخرین نمونه برداریها در ۲۵ مهر ماه ۱۴۰۳، هیچگونه ناپلی یا آرتمیای بالغ در دریاچه مشاهده نشده و تراکم تخم آرتمیا در دریاچه به ۰/۰۱۲ عدد بر لیتر کاهش یافته است (محبی، ۱۴۰۳). همچنین در آخرین ارزیابی ذخایر، تعداد ناپلی و آرتمیای بالغ از دریاچه ارومیه در مرداد ماه ۱۴۰۳ به ترتیب با تراکم ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۱ عدد بر لیتر گزارش شده است.

بر اساس جدیدترین تصویر ناسا از دریاچه ارومیه (شکل ۲) ، بزرگترین دریاچه داخلی ایران به طور کامل خشک شده و دیگر اثری از یک دریاچه در تصویر هوایی دیده نمی‌شود (https://www.faraz.ir/fa/news/101252/). البته این وضعیت مطابق با هشدارهای پیشین سازمان حفاظت محیط‌زیست درباره‌ی خشک شدن کامل دریاچه تا پایان تابستان است چرا که در ابتدای تابستان نیز مدیران کل محیط زیست درباره خشکی کامل و ۱۰۰ درصدی دریاچه ارومیه تا پایان تابستان هشدار داده بودند.

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

1 - Azari Takami
2 - Barigozzi & Bartelli
3 - Browne & & Bowen
4 - Ahmadi et al
5 - Agh et al
6 - Asem et al
7 - Asem et al

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.



شکل ۲: تصویر ناسا از دریاچه ارومیه در تاریخ 16/6/2025.

بر همین اساس عاصم[1] و همکاران (2024 ج) پیشنهاد دادند که گونه آرتمیا اورمیانا می بایستی به عنوان یک گونه «به شدت در معرض خطر» (Critically Endangered) در «فهرست قرمز منطقه‌ای» ایران قرار گیرد.

نکته مهم در خصوص مخاطرات بوم شناختی گونه های آرتمیا این است که گونه‌هایی مانند آرتمیا مونیکا و آرتمیا آماتی به عنوان «گونه‌های در معرض تهدید» طبقه‌بندی شده‌اند که به ترتیب در وضعیت «وابسته به حفاظت» (CD) و «منقرض شده در طبیعت» (EW) قرار دارند (عاصم و همکاران، 2023). چندین زیستگاه آرتمیا نیز با تخریب مواجه شده‌اند که نمونه‌هایی از آنها عبارتند از لیمینگتون در بریتانیا و کاپودیستریا در اسلوونی (ونهاکه[2] و همکاران، 1987). این موضوع با توجه به تعداد گونه محدود آرتمیا نسبت به سایر گونه های آبشش پایان اهمیت شناخت مخاطرات و عوامل تهدید کننده تنوع زیستی آرتمیا در سطح جهانی و منطقه ای را برجسته تر می کند.

آماده انتشار (بدون شماره صفحه)

بر همین اساس عاصم[3] و همکاران (2024 ج) پیشنهاد دادند که گونه آرتمیا اورمیانا می بایستی به عنوان یک گونه «به شدت در معرض خطر» (Critically Endangered) در «فهرست قرمز منطقه‌ای» ایران قرار گیرد.

نکته مهم در خصوص مخاطرات بوم شناختی گونه های آرتمیا این است که گونه‌هایی مانند آرتمیا مونیکا و آرتمیا آماتی به عنوان «گونه‌های در معرض تهدید» طبقه‌بندی شده‌اند که به ترتیب در وضعیت «وابسته به حفاظت» (CD) و «منقرض شده در طبیعت» (EW) قرار دارند (عاصم و همکاران، 2023). چندین زیستگاه آرتمیا نیز با تخریب مواجه شده‌اند که نمونه‌هایی از آنها عبارتند از لیمینگتون در بریتانیا و کاپودیستریا در اسلوونی (ونهاکه[4] و همکاران، 1987). این موضوع با توجه به تعداد گونه محدود آرتمیا نسبت به سایر گونه های آبشش پایان اهمیت شناخت مخاطرات و عوامل تهدید کننده تنوع زیستی آرتمیا در سطح جهانی و منطقه ای را برجسته تر می کند.

دودمان های آرتمیای بکرزا

علیرغم اینکه دلایل بیولوژیکی پیدایش آرتمیای بکرزا هنوز کاملا مشخص نشده است، روابط تکاملی آن به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است (عاصم و همکاران، 2024 ب). برخلاف طبقه‌بندی آن به عنوان یک گروه تک

1 - Asem et al
2 - Vanhaecke et al
3 - Asem et al
4 - Vanhaecke et al

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

نیایی بر اساس نشانگرهای ژنومی هسته‌ای (نوگوئه[1] و همکاران، 2015؛ عاصم و همکاران، 2016 ب؛ روده[2] و همکاران، 2022)، تجزیه و تحلیل نشانگرهای ژنومی میتوکندری، آرتمیای بکرزا را به عنوان یک گروه چندنیایی (مانیاتسی[3] و همکاران، 2011؛ عاصم[4] و همکاران، 2016 ب؛ عاصم و همکاران، 2025 الف) نشان می دهد. در نتیجه، اشکال غیرجنسی آرتمیا را نمی‌توان به عنوان اعضای یک تاکسون واحد طبقه‌بندی کرد. ایمانی‌فر[5] و همکاران (۲۰۱۴) با احتیاط از اصطلاح «مجموعه هاپلوتیپ اوراسیایی» برای این گروه استفاده کردند. عاصم و همکاران (۲۰۲۴ ب) عنوان «دودمان‌های آرتمیای بکرزا» را برای آن دسته از گروه‌های آرتمیا که منحصراً از طریق روش‌های غیرجنسی تولید مثل می‌کنند، پیشنهاد کردند. متاسفانه به غیر از مطالعات محدود در مورد تبارهای آرتمیای بکرزا در دریاچه ارومیه و تالاب های اطراف آن هیچ مطالعه ای در مورد درجه پلوئیدی آنها انجام نگرفته است. این درحالی است که به استثنای دریاچه ارومیه سایر زیست بوم های طبیعی ایران، زیستگاه آرتمیا های بکرزا هستند و از طرفی بخش قابل توجهی از این زیست بوم ها توسط گونه غیر بومی آرتمیا فرانسیسکانا اشغال شده است که می تواند تنوع زیستی بکرزاهای بومی ایران را پیش از آنکه مستنداتی در خصوص درجه پلوئیدی آنها وجود داشته باشد، می‌تواند موجب کاهش تنوع ژنتیکی یا حذف دودمان‌های بومی شود. چنین مطالعاتی برای افزایش بینش‌های فیلوجغرافیایی و حمایت از تلاش‌های نظارت بر تنوع زیستی در جنس آرتمیا بسیار مهم هستند.

گونه مهاجم آرتمیا فرانسیسکانا

از دهه 1970میلادی، معرفی و تکثیر آرتمیا فرانسیسکانا غیر بومی در سراسر اوراسیا، آفریقا و استرالیا برای اهداف آبزی پروری تهدیدهای قابل توجهی برای تنوع زیستی جمعیت‌های بومی آرتمیا ایجاد کرده اند (جنگ[6] و همکاران، 2004؛ آمات[7] و همکاران، 2005؛ هونتوریا[8] و همکاران، 2021؛ ایمانی فر و همکاران، 2020؛ اسکالون و رابت[9]، 2013؛ عاصم و همکاران، 2018؛ هوروات[10] و همکاران، 2018؛ ساجی[11] و همکاران، 2019؛ شن[12] و همکاران، 2021؛ عاصم و همکاران، 2021؛ وو[13] و همکاران، 2022).

در سال 2006 میلادی اولین حضور گونه غیر بومی آرتمیا فرانسیسکانا در ایران از دریاچه نوق گزارش شد (آباتزوپولوس[14] و همکاران، 2006). در چک لیست سال 2016 میلادی تعداد زیستگاه هایی که توسط آرتمیا فرانسیسکانا اشغال شده بود به 7 زیست بوم افزایش یافت (آق[15]، 2016). در آخرین چک لیست در سال 2024 میلادی حضور آرتمیا فرانسیسکانا از 12 زیستگاه گزارش گردید که 3 زیست بوم از آنها شامل دریاچه های طبیعی مهارلو، تشک و بختگان است که زیستگاه طبیعی آرتمیای بکرزا هستند. افزایش قابل توجه زیستگاه های اشغال شده

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

1 - Nougué et al
2 - Rode et al
3 - Maniatsi et al
4 - Asem et al
5 - Eimanifar et al
6 - Zheng et al
7 - Amat et al
8 - Hontoria et al
9 - Scalone, & Rabet
10 - Horváth et al
11 - Saji et al
12 - Shen
13 - Wu et al
14 - Abatzopoulos et al
15 - Agh

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

توسط این گونه غیربومی در طی بیست سال گذشته زنگ خطری جدی از تهدید تنوع زیستی زیستگاه های طبیعی ایران است.

وجود یک چک لیست به‌روز شده برای تدوین برنامه‌های کارآمد و موثر در حفاظت از تنوع زیستی بسیار مهم است (فرانکهام[1] و همکاران، 2002؛ ماکه[2] و همکاران، 2006؛ عاصم و همکاران، 2023). در نتیجه، پایش مستمر زیستگاه‌های *Artemia* باید در چارچوب استراتژی‌های حفاظت تنوع زیستی ادغام شود تا تعادل میان توسعه آبزی‌پروری و حفاظت از گونه‌های بومی برقرار گردد.

نتایج و بحث

در مطالعه انجام شده توسط عاصم و همکاران (2024 ج)، ۵۹ منطقه به عنوان زیستگاه آرتمیا در سراسر ایران شناسایی و گزارش شد که شامل پنج منطقه با وضعیت نامشخص (آق گل، برکه‌ی آق قلا، علی آباد، مسیله، رودخانه‌ی ایاق-شعار) می شود. نکته‌ی قابل توجه این است که دریاچه‌ی شورابیل در استان اردبیل به دلیل انتقال آب رودخانه «بالیخلو چای» در سال 1374 و بعدها هدایت بخشی از آب دریاچه سد «یامچی» در سال 1382، از شرایط شور به آب شیرین تغییر یافت (سبک آرا و مکارمی، 1390؛ کرامتی و همکاران، 1395) که این موضوع سبب ناپدید شدن آرتمیا در دریاچه شورابیل شده است (عاصم و همکاران، 2024 ج). علاوه بر این دخل و تصرف های انسانی که سبب نابود شدن زیستگاه آرتمیا در دریاچه شورابیل شده است. محمدیاری و همکازان (2015) برای اولین بار حضور آرتمیای بکرزا در دریاچه بزنگان را گزارش دادند. این دریاچه پیشتر یک دیاچه لب شور و فاقد آرتمیا بود که به دلیلی تغییرات اقلیمی منجر به افزایش شوری و فراهم شدن شرایط مناسب برای استقرار آرتمیای بکرزا شده است. منشا دودمان آرتمیای گزارش شده در دریاچه بزنگان هنوز مشخص نیست، با توجه به عدم شواهد از معرفی عمدی آرتمیا توسط انسان (از جمله فعالیت‌های شیلاتی) ، حضور آرتمیای بکرزا در آن، از طریق پرندگان آبزی مهاجر یا باد از مناطق مجاور محتمل تر بنظر می رسد (عاصم و همکاران، 2024 ج). بر این اساس دریاچه بزنگان نشان‌دهنده یک زیستگاه طبیعی است که در آن تغییرات اقلیمی در این دریاچه، به‌عنوان نمونه‌ای از تأثیرات غیرمستقیم اقلیم بر تنوع زیستی آب‌شور، بدون مداخله انسانی مستقیم، قابل بررسی است.

از اولین حضور ثبت‌شده گونه مهاجم آمریکایی آرتمیا فرانسیسکانا در سال ۲۰۰۶ (آباتزوپولوس و همکاران، ۲۰۰۶) تا آخرین چک لیست ارائه شده در سال 2024 تعداد زیستگاه های اشغال شده توسط این گونه به 12 منطقه رسیده است (عاصم و همکاران، 2024 ج). افزایش رو به رشد تعداد زیستگاه هایی که توسط آرتمیای آمریکای شمالی اشغال شده است تهدیدی قابل توجه برای تنوع زیستی آرتمیای بومی در دریاچه‌های طبیعی داخلی محسوب می‌شود. آرتمیا فرانسیسکانا به عنوان یک گونه مهاجم غالب در اکوسیستم‌های آب شور شناخته می‌شود که دارای ظرفیت تولید مثلی بالا، سازگاری برتر و سرعت تغذیه فیلتری سریع در مقایسه با سایر گونه‌ها و دودمان‌های بکرزا است (آمات[3] و همکاران، 2007؛ سانچز[4] و همکاران، 2016). این موضوع سبب می شود که با ورود آرتمیا فرانسیسکانا به زیستگاه های طبیعی، روند رقابت‌های بین‌گونه‌ای ممکن است منجر به کاهش جمعیت یا حذف اکولوژیکی گونه‌های

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

1 - Frankham et al
2 - Mace et al
3 Amat et al
4 - Sánchez et al

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

بومی شود. متاسفانه به دلیل عدم وجود مطالعات ارزیابی ذخایر در بیش از یک ده اخیر (به غیر از دریاچه ارومیه)، وضعیت فعلی ترکیب گونه ای و جمعیتی آرتمیاهای بومی در زیستگاه های طبیعی که حضور گونه مهاجم آرتمیا فرانسیسکانا پیشتر در آنها گزارش شده، نامشخص است.

علیرغم متروکه شدن اکثر سایت‌های پرورش آرتمیا در ایران که اساسا گونه غیر بومی آرتمیا فرانسیسکانا در آن پرورش یافته است، وجود تخم‌های مقاوم در رسویات، امکان ایجاد جمعیت‌های محدود را در فصول بارانی فراهم می‌کند. علاوه بر این، این تخم‌های مقاوم می‌توانند توسط باد یا پرندگان آبزی در طول دوره پرورش منتقل شوند و پس از آن بطور بالقوه می توانند سبب پراکندگی بیشتر آرتمیا فرانسیسکانا در زیستگاه های جدید شوند. بنابراین، مزارع متروکه باید به طور محافظه‌کارانه‌ای به عنوان زیستگا های آرتمیا در چک لیست ها گنجانده شوند.

مطالعات اولیه نشان می‌دهد که دودمان های بومی آرتمیای بکرزا در ایران، در مقایسه با گونه بومی آرتمیا اورمیانا و گونه غیر بومی آرتمیا فرانسیسکانا، پتانسیل تولید بالاتری دارند. با توجه به این یافته‌ها، اولویت استفاده از آرتمیای بکرزای بومی در آبزی‌پروری برای حفظ تنوع زیستی آرتمیا توصیه می شود (عاصم[1] و همکاران 2024 ج). به عنوان یک برنامه مدیریتی برای حفظ تنوع زیستی آرتمیا، عاصم[2] و همکاران (2024 ج) استفاده از تکنیک‌های غنی‌سازی را برای افزایش ارزش غذایی به عنوان روشی برای بهره‌برداری و تولید آرتمیا از منابع بومی (آرتمیای بکرزا) پیشنهاد کردند.

سطوح پلوئیدی مختلف در دودمان‌های آرتمیای بکرزا، ناشی از ریشه‌های تکاملی چندنیایی (مانیاتسی[3] و همکاران، 2011؛ عاصم[4] و همکاران، 2016 ب؛ عاصم[5] و همکاران، 2025 الف) است که می‌تواند بر ویژگی‌های بیولوژیکی آنها تأثیر بگذارد (عاصم[6] و همکاران، 2025 ب). بنابراین، بررسی کامل توزیع و ارزش غذایی آرتمیای بکرزا، با در نظر گرفتن سطوح پلوئیدی، برای درک تنوع زیستی و پتانسیل آبزی‌پروری این موجودات در ایران ضروری است. علیرغم فقدان داده‌های بروزشده در مورد وضعیت جوامع آرتمیای بکرزای ایران پس از معرفی آرتمیا فرانسیسکانا، مورد اخیر باید به عنوان یک تهدید بالقوه زیست‌محیطی در نظر گرفته شود.

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

اخیراً، نکوئی‌فرد[7] و همکاران (2023) محل جدیدی برای گونه چینی آرتمیا سینیکا در «بهشهر» در استان مازندران گزارش کردند و دو منطقه برای آرتمیا اورمیانا خارج از حوضه زیستگاه طبیعی آن در دریاچه ارومیه در «دوز داغی» در استان آذربایجان غربی و «بشاریان» در استان قزوین گزارش کرده اند. تحقیقات آنها صرفاً بر توالی‌های نشانگر COI میتوکندریایی و Na+/K+ATPase هسته‌ای متکی بود، بدون اینکه توالی‌ها در بانک ژنی ثبت شوند. درضمن حالت تولید مثلی نمونه ها (بکرزایی یا دوجنسی) بررسی نشده است. در حالی که آنها نشانگر Na+/K+ATPase را توالی‌یابی کردند، نتایج منتشر شده شواهد کافی برای تأیید اینکه آیا نمونه‌های مورد مطالعه الگوی هموزیگوت یا هتروزیگوت در کدون والین نشان می‌دهند را شامل نمی شود (مراجعه کنید به مناف فر[8] و همکاران، 2011). بنابراین، شواهدی بر اینکه آیا نمونه های زیستگاه های جدید دوجنسیتی یا بکرزا هستند، ارائه نشده است. با این

1 - Asem et al
2 - Asem et al
3 - Maniatsi et al
4 - Asem et al
5 - Asem et al
6 - Asem et al
7 - Nekoueifard et al
8 - Manaffar et al

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

حال، شایان ذکر است که اعتبار الگوی هتروزیگوت در کدون والین آرتمیای بکرزا توسط ماکاری[1] و همکاران (۲۰۱۳) مورد تردید قرار گرفته است. علاوه بر این، نویسندگان اشاره کرده اند که آرتمیا سینیکا در زیستگاه بهشهر17/76٪ شباهت با توالی‌های موجود در پایگاه داده NCBI نشان داده است، که این نتیجه نشان‌دهنده یک مشکل بالقوه با کیفیت پایین توالی و وجود توالی‌های پلی پیک است (مراجعه کنید به عاصم[2] و همکاران، ۲۰۲۲). علاوه بر این، آرتمیا اورمیانا و دودمان دیپلوئید/تریپلوئید بکرزا، و همچنین آرتمیا سینیکا و دودمان‌های تترا/پنتاپلوئید بکرزا، شباهت‌های ژنتیکی نزدیکی را نشان دادند، که نشان می‌دهد تکیه صرف بر «درصد همسانی نوکلئوتیدی » برای تعیین وضعیت طبقه‌بندی آنها کافی نیست. با توجه به وجود این چالش‌ها، وضعیت طبقه‌بندی آرتمیا در این سه منطقه جدید قابل تایید نیست. برای رفع این عدم قطعیت‌ها، مطالعات آینده باید تعداد بیشتری از توالی‌ها و حالت تولید مثلی را در نظر بگیرند که می تواند به تأیید وضعیت طبقه‌بندی آنها کمک کند.

نتیجه گیری

فقدان داده‌های تنوع زیستی به روز ، یکی از چالش‌های عمده در توسعه و اجرای راهبردهای مؤثر حفاظتی است . داده‌های ارزیابی از زیستگاه‌های طبیعی برای نظارت بر تنوع زیستی و توزیع گونه‌ها اهمیت زیادی دارند. با این حال، بسیاری از مطالعات مربوط به زیستگاه‌های آرتمیا در ایران به‌روز نشده‌اند. . علاوه بر این، داده‌های ارزیابی ذخایر آرتمیا به ویژه در مورد دریاچه ارومیه از روش‌های مختلفی محاسبه شده اند که شامل معیارهای متفاوتی مانند تعداد افراد، تعداد تخم‌ها، زیست توده (شامل مجموع نمونه بالغ و ناپلی) و وزن خشک و تر تخم‌ها می‌شود. این ناهمگونی روش‌شناختی، تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای ارزیابی ذخایر آرتمیا را در زیستگاه‌ها و بازه‌های زمانی مختلف چالش برانگیز می‌کند. بنابراین اتخاذ یک پروتکل خاص مطابق با روش‌های استاندارد برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل مداوم داده‌ها ضروری است. افزایش زیستگاه های اشغال شده توسط گونه غیربومی آرتمیا فرانسیسکانا در کنار تداوم خشکسالی زنگ خطر دیگری برای تنوع زیستی آرتمیا می باشد. یافته‌های این مقاله مروری می‌تواند مبنایی برای تدوین برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی زیستگاه های آرتمیا باشد؛ به‌ویژه در زمینه پایش ژنتیکی و بوم‌شناختی جمعیت‌های آرتمیا، تعیین ظرفیت‌های پرورشی در زیستگاه‌های غیربومی و حمایت از تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شواهد برای حفاظت و احیای بوم‌سازگان حساس علی الخصوص دریاچه ارومیه. یافته‌های این مقاله مروری می‌تواند مبنایی برای تدوین برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی زیستگاه های آرتمیا باشد؛ به‌ویژه در زمینه پایش ژنتیکی و بوم‌شناختی جمعیت‌های آرتمیا، تعیین ظرفیت‌های پرورشی در زیستگاه‌های غیربومی و حمایت از تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شواهد برای حفاظت و احیای بوم‌سازگان حساس علی الخصوص دریاچه ارومیه.

آماده انتشار (بدون شماره مجله)

منابع

جعفری، عباس؛ وطن دوست، صابر. (1384). بررسی پراکنش جغرافیایی آرتمیا. *ششمین همایش علوم و فنون دریایی*، تهران.

جعفری، مهدی؛ آستانی، سجاد. (1390). مطالعه وبررسی کاربردهای مختلف آرتمیا ونحوه پراکنش آن درکشور. نخستین *همایش ملی جهاد اقتصادی در عرصه کشاورزی و منابع طبیعی*، قم.

1 - McCarraher et al
2 - Asem et al

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

حافظیه، محمود. (1381). آرتمیا میگوی آب شور. *موسسه تحقیقات شیلات ایران*. 214 صفحه.

حافظیه، محمود؛ شریفیان، منصور؛ حسین پور، حمیرا. (1394). مقایسه زیست‌سنجی سیست و ناپلیوس آرتمیاهای ایران. *توسعه آبزی پروری*، 9 (1)، صص: 11-24.

سبک آرا، جلیل؛ مکارمی، مرضیه. (1390). پراکنش و فراوانی پلانکتونی و نقش آن ها در دریاچه شورابیل اردبیل. *علوم زیستی*، 16 (5)، صص: 31-46.

کرامتی، احسان؛ آرمون، فیروز؛ خاتمی،سید یحیی. (1395). مواجهه شهر اردبیل با دریاچه شورابیل. *منظر*، 37 (8)، صص: 32-39.

محبی، فریدون؛ عباسپور، اسد؛ صیدگر، مسعود. (۱۴۰۰الف). تأثیر پسروی آب در یاچه ارومیه بر اجتماعات میگوی آب شور (آرتمیا) . مجلۀ ترویجی بوم شناسی منابع آبی، ۴(۲)، صص: ۸-۱.

محبی، فریدون؛ داداشپور، بایرامعلی؛ صیدگر، مسعود؛ علیزاده اوصالو، ژاله؛ روحدادگلمانخانه، یاور. (۱۴۰۰ب). اثر کاهش سطح آب دریاچه ارومیه بر ترکیب جمعیتی . *A. urmiana* فصلنامه علمی محیط زیست جانوری، ۱۳(۴)، صص: ۳۳۶-۳۲۹.

محبی، فریدون؛ صیدگر، مسعود؛ حافظیه، محمود؛ داداشپور، بایرامعلی؛ علیزاده اوصالو، ژاله. (۱۴۰۱). مروری بر ذخایر آرتمیا در دریاچه ارومیه (۱۴۰۰-۱۲۷۷). مجله علمی شیلات ایران، ۳۱ (۵)، صص: ۹۵-۱۱۰. URL: http://isfj.ir/article-۱-۲۶۱۵-fa.html

محبی، فریدون. (۱۴۰۳). پیامدهای کاهش سطح آب دریاچه ارومیه (اثر بر آرتمیا ارومیانا و فیتوپلانکتون های دریاچه). موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۱۷۸ صفحه.

نوری. فرزانه. (1375) بررسی مورفولوژی، تولید مثل و مراحل رشد آرتمیای دریاچه ارومیه. دانشگاه ارومیه، 60 صفحه.

Abatzopoulos, T. J., Agh, N., Van Stappen, G., Rouhani Razavi, S. M. & Sorgeloos, P. (2006). *Artemia* sites in Iran. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 86, 299–307. http://doi.org/10.1017/S0025315406013154

Abonyi, A. (1915). Experimenlelle Daten zum Erkennen der *Artemia*-Gattung. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 114, 95–168.

Abreu-Grobois, F. A. & Beardmore, J. A. (1982). Genetic differentiation of the brine shrimp *Artemia*. *In*: Barigozzi, C., ed. *Mechanisms of Speciation*. Alan R. Liss, New York, 345–376.

Agh, N. (2016). *Artemia* resources in Iran, Azerbaijan and Turkmenistan. *FAO Expert Workshop on Sustainable Use and Management of Artemia Resources in Asia, 7–9 November 2016, Tianjin: China*.

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 http://doi.org/10.1002/iroh.200610909

Agh, N., Sorgeloos, P., Abatzopoulos, T., Razavi-Ruhani, S. M. & Lotfi, V. G. (2001). *Artemia* resources in Iran. *International Workshop on Artemia, 12–15 May 2001, Urmia: Iran.*

Ahmadi, M. R., Leibovitz, H. & Simpson, K. L. (1990). Characterization of Uromiah Lake *Artemia* (*Artemia uromiana*) by isoelectrofocusing of isozyme patterns. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 95, 115–118. http://doi.org/10.1016/0305-0491(90)90256-S

Amat, F., Hontoria, F., Navarro, J. C., Vieira, N. & Mura, G. (2007). Biodiversity loss in the genus *Artemia* in the western Mediterranean region. *Limnetica*, 26, 387–404. http://doi.org/10.23818/limn.26.33

Amat, F., Hontoria, F., Ruiz, O., Green, A., Sanchey, M. I., Figuerola, J. & Hortas, F. (2005). The American brine shrimp as an exotic invasive species in the western Mediterranean. *Biological Invasions*, 7, 37–47. http://doi.org/10.1007/s10530-004-9634-9

Artom, E. (1922). Nuovi datti sulla distribuzione geografica e sulla biologia delle due specie (*microperenica* e *macroperenica*) del genere *Artemia*. *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei Rendiconti*, 31, 529–532.

Asem, A. & Eimanifar, A. (2016). Updating historical record on brine shrimp *Artemia* (Crustacea: Anostraca) from Urmia Lake (Iran) in the first half of the 10th century AD. *International Journal of Aquatic Science*, 7, 3–5.

Asem, A. & Rogers, D. C. (2012). Clarification of the publication date for *Artemia urmiana* Günther (Crustacea: Anostraca): 1890, 1899 or 1900? *International Journal of Artemia Biology*, 2, 3–6.

Asem, A. (2008). Historical record on brine shrimp *Artemia* more than one thousand years ago from Urmia Lake, Iran. *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 9, 113–114.

Asem, A., Atashbar, B., Rastegar-Pouyani, N. & Agh, N. (2009). Biometric comparison of two parthenogenetic populations of *Artemia* Leach, 1819 from the Urmia Lake basin, Iran (Anostraca: Artemiidae). *Zoology in the Middle East*, 47, 117–120. http://doi.org/10.1080/09397140.2009.10638358

Asem, A., Atashbar, B., Rastegar-Pouyani, N. & Agh, N. (2010 b). Morphological and biometric characterization of rare male and sexual dimorphism in parthenogenetic *Artemia* (Crustacea: Anostraca). *Zoology in the Middle East*, 49, 115–117. http://doi.org/10.1080/09397140.2010.10638402

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

Asem, A., Eimanifar, A. & Sun, S. C. (2016 b). Genetic variation and evolutionary origins of parthenogenetic *Artemia* (Crustacea: Anostraca) with different ploidies. *Zoologica Scripta*, 45, 421–436. http://doi.org/10.1111/zsc.12162

Asem, A., Eimanifar, A. & Wink, M. (2016 a). Update of "Biodiversity of the Hypersaline Urmia Lake National Park (NW Iran)". *Diversity*, 8, 6. http://doi.org/10.3390/d8010006

Asem, A., Eimanifar, A., Djamali, M., De los Rios, P. & Wink, M. (2014). Biodiversity of the Hypersaline Urmia Lake National Park (NW Iran). *Diversity*, 6, 102–132. http://doi.org/10.3390/d6010102

Asem, A., Eimanifar, A., Li, W., Wang, P., Brooks, S. A. & Wink, M. (2018). Phylogeography and population genetic structure of an exotic invasive brine shrimp *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca) in Australia. *Australian Journal of Zoology*, 66, 307–316. http://doi.org/http://doi.org/10.1071/ZO18077

Asem, A., Eimanifar, A., Van Stappen, G. & Sun, S. C. (2019). The impact of one-decade ecological disturbance on genetic changes: a study on the brine shrimp *Artemia urmiana* from Urmia Lake, Iran. *PeerJ*, 7, e7190. http://doi.org/10.7717/peerj.7190

Asem, A., Fu, C., Yang, N., Eimanifar, A., Cao, Y., Wang, P. & Shen, C. (2022). Validation of two novel primers for the promising amplification of the mitogenomic Cytochrome c Oxidase subunit I (COI) barcoding region in *Artemia* aff. *sinica* (Branchiopoda, Anostraca). *Crustaceana*, 95, 585–592. http://doi.org/10.1163/15685403-bja10207

Asem, A., Gajardo, G., Hontoria, F., Yang, C., Shen, C., Rastegar-Pouyani, N, Padhye, S. M. & Sorgeloos, P. (2024 b). The species problem in *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca), a genus with sexual species and obligate parthenogenetic lineages. *Zoological Journal of the Linnean Society*, zlad192. http://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlad192

Asem, A., Mohebbi, F. & Ahmadi, R. (2012). Drought in Urmia Lake, the largest natural habitat of brine shrimp *Artemia*. *World Aquaculture*, 43, 36–38.

Asem, A., Rastegar-Pouyani, N. & De los Rios, P. (2010 a). The genus *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Branchiopoda): true and false taxonomical descriptions. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38, 501–506. http://doi.org/10.3856/vol38-issue3-fulltext-14

Asem, A., Schuster, R., Eimanifar, A., Lu, H., Liu, C., Wu, X., Yao, L., Meng, X., Li, W. & Wang, P. (2021 a). Impact of colonization of an invasive species on genetic differentiation in new environments: A study on American *Artemia franciscana* (Crustacea: Anostraca) in the United Arab Emirates. *Journal of Ocean University of China*, 20, 911–920. http://doi.org/10.1007/s11802-021-4675-6

Asem, A., Yang, C., De Vos, S. *et al.* (2025a). Mitogenomic phylogeny and divergence time estimation of *Artemia* Leach, 1819 (Branchiopoda: Anostraca) with emphasis on parthenogenetic lineages. *BMC Genomics* **26**, 228 https://doi.org/10.1186/s12864-025-11391-6

Asem, A., Yang, C., Eimanifar, A., Hontoria, F., Varó, I., Mahmoudi, F., Fu, C., Shen, C., Rastegar-Pouyani, N., Wang, P., Li, W., Yao, L., Meng, X., Dan, Y., Rogers, C. & Gajardo, G. (2023). Phylogenetic analysis of problematic Asian species of *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea, Anostraca), with the descriptions of two new species. *Journal of Crustacean Biology*, 43, 1–25. http://doi.org/10.1093/jcbiol/ruad002

Asem, A., Yang, C., Mahmoudi, F., Chen, S., Long, B., Wang, B., Fu, C., Hontoria, F., Rogers, D. C. & Gajardo, G. (2024 a). Tibetan *Artemia* (Crustacea: Anostraca) mitogenomic biodiversity and population demographics. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 201 (1), 32–56. http://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlad114

Asem, A.; Eimanifar, A.; Wink, M. (2024 c**).** Species diversity and distribution of Artemia (Crustacea, Anostraca) in Iran: Historical contexts and updated review. Zoodiversity, 58, 269–298.

Asem, A.; Li, Y.; Yan, X.; Zhang, Y.; Zhu, Y.; Kangarloei, B.A.; Yang, C. (2025b). Effects of Salinity on the Reproductive and Lifespan Traits of *Artemia* Parthenogenetic Lineages with Different Ploidy Levels. Biology 14, 1055. https://doi.org/10.3390/biology14081055

Azari Takami, G. (1989). Two strains of *Artemia* in Urmia Lake (Iran). *Artemia Newsletter*, 13, 5.

Barigozzi, C. & Baratelli, L. (1989). The problem of *Artemia urmiana*. *Artemia Newsletter*, 14, 14.

Barigozzi, C. (1974). *Artemia*: A Survey of Its Significance in Genetic Problems. *In*: Dobzhansky, T., Hecht, M. K., Steere, W. C., eds. *Evolutionary Biology*. Springer, Boston, 221–252.

Barigozzi, C., Varotto, V., Baratelli, L. & Giarrizzo, R. (1987). The *Artemia* of Urmia Lake (Iran): Mode of reproduction and chromosome numbers. *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei*, 81, 87–90.

Browne, R. A. & Bowen, S. T. (1991). Taxonomy and population genetics of *Artemia*. *In*: Brown, R. A., Sorgeloos, P., Trotan, C. N. A., eds. *Artemia Biology*. CRC Press, Florida, 221–235.

Browne, R. A. & MacDonald, G. H. (1982). Biogeography of the brine shrimp, *Artemia*: distribution of parthenogenetic and sexual populations. *Journal of Biogeography*, 9, 331–338. http://doi.org/10.2307/2844719

Clark, L. S. & Bowen, S. T. (1976). The genetics of *Artemia salina*: VII. Reproductive isolation. Journal of Heredity, 67, 385–388. http://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a108758

Collins, N. C. (1977). Ecological studies of terminal lakes-their relevance to problems in limnology and population biology. *In*: Greer, D. C., ed. *Desertic Terminal Lakes*. Utah Water Resources Laboratory, Utah, 411–420.

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

Curzon, G. N. (1892). *Persia and the Persian Question (Vol. 1)*. Longmans, Green & Company, London.

Eimanifar, A. & Mohebbi, F. 2007. Urmia Lake (Northwest Iran): a brief review. *Saline Systems*, 3, 5. http://doi.org/10.1186/1746-1448-3-5

Eimanifar, A., Asem, A., Wang, P., Li, W. & Wink, M. (2020). Using ISSR genomic fingerprinting to study the genetic differentiation of *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca) from Iran and neighbor regions with the focus on the invasive American *Artemia franciscana*. *Diversity*, 12, 132. http://doi.org/10.3390/d12040132

Eimanifar, A., Van Stappen, G., Marden, B. & Wink M. (2014). *Artemia* biodiversity in Asia with the focus on the phylogeography of the introduced American species *Artemia franciscana* Kellogg, 1906. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 79, 392–403. http://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.06.027

Frankham, R., Briscoe, D. A. & Ballou, J. D. (2002). Introduction to conservation genetics. Cambridge University Press Cambridge, UK, 1–617.

Gajardo, G., Abatzopoulos, T. J., Kappas, I. & Beardmore, J. A. (2002). Evolution and speciation. *In*: Abatzopoulos, T. J., Beardmore, J. A., Clegg, J. S., Sorgeloos, P., eds. *Artemia Basic and Applied Biology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 225–250.

Golabian, H. (2011). Urumia Lake: Hydro-Ecological Stabilization and Permanence. *In*: Badescu, V., Cathcart, R. B., eds. *Macro-engineering Seawater in Unique Environments*. Springer-Verlag, Berlin, 365–397.

Günther, A. (1898 a). The medusa of Lake Urumiah. *Nature*, 58, 319. http://doi.org/10.1038/058319d0

Günther, R. T. & Manley J. J. (1899). On the Waters of the Salt Lake of Urmi. *Proceedings of the Royal Society of London*, 65, 312–318. http://doi.org/10.1098/rspl.1899.0040

Günther, R. T. (1898 b). The jelly-fish of Lake Urumiah. *Nature*, 58, 345. http://doi.org/http://doi.org/10.1038/048294c0

Günther, R. T. (1899 a). Contributions to the geography of Lake Urmi and its neighbourhood. *Geographical Journal*, 14, 504–523. http://doi.org/10.2307/1774539

Günther, R. T. (1899 b). Contributions to the Natural History of Lake Urmi, N.W-Persia, and its Neighbourhood. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 27, 414–416. http://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1899.tb00414.x

Hontoria, F., Redón, S., Maccari, M., Varó, I., Navarro, J. C., Ballell, L. & Amat, F. (2012). A revision of *Artemia* biodiversity in Macaronesia. *Aquatic Biosystems*, 8, 25. http://doi.org/10.1186/2046-9063-8-25

Horváth, Z., Lejeusne, C., Amat, F., Sánchez-Fontenla, J., Vad, C. F. & Green, A. J. (2018). Eastern spread of the invasive *Artemia franciscana* in the Mediterranean Basin, with the first record from the Balkan Peninsula. *Hydrobiologia*, *822*, 229–235. http://doi.org/10.1007/s10750-018-3683-z

Karimi, N., Bagheri, M. H., Hooshyaripor, F., Farokhnia, A. & Sheshangosht, S. (2016). Deriving and Evaluating Bathymetry Maps and Stage Curves for Shallow Lakes Using Remote Sensing Data. Water *Resources Management*, 30, 5003–5020. http://doi.org/10.1007/s11269-016-1465-9

Löffler, H. (1956). Limnologische beobachtungen an Iranischen binnengewässern. *Hydrobiologia*, 8, 239–278.

Löffler, H. (1959). Beitrage zur Kenntnis Der Iranischen Binnengewässer I Der Niriz-See und Sein Einzugsgebiet. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 44, 227–276.

Löffler, H. (1961). Beiträge zur Kenntnis der Iranischen Binnengewässer II Regional-limnologische Studie mit besonderer Berücksichtigung der Crustaceenfauna. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 46, 309–406.

Maccari, M., Amat, F. & Gómez, A. (2013). Origin and genetic diversity of diploid parthenogenetic *Artemia* in Eurasia. *PLoS One*, 8, e83348. http://doi.org/10.1371/journal.pone.0083348

Mace, G. M., Possingham, H. P. & Leader-Williams, N. (2006). Prioritizing choices in conservation. *In*: Macdonald, D., Service, K., eds. *Key Topics in Conservation Biology*. Blackwell Publishers, Oxford, 17–34.

Manaffar, R.; Zare, S.; Agh, N.; Abdolahzadeh, N.; Soltanian, S.; Sorgeloos, P.; Bossier, P.; Van Stappen, G. (2011). SNP detection in Na/K ATP-ase gene a1 subunit of bisexual and parthenogenetic *Artemia* strains by RFLP screening. Mol. Ecol. Resour. 11, 211–214.

Maniatsi, S., Baxevanis, A.D., Kappas, I., Deligiannidis, P., Triantafyllidis, A., Papakostas, S., Bougiouklis, D. & Abatzopoulos, T. J. (2011). Is polyploidy a persevering accident or an adaptive evolutionary pattern? The case of the brine shrimp *Artemia*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 58, 353–364. http://doi.org/10.1016/j.ympev.2010.11.029

McCarraher, D. B. (1972). *A Preliminary Bibliography and Lake Index of the Inland Mineral Waters of the World*. Roma: FAO Fisheries Circular.

Nekoueifard, A., Hafezieh, M., Manaffar, R. & Khezri, M. (2023). New geographic site records for *Artemia* in Iran. *International Journal of Aquatic Research and Environmental Studies*, 3, 117–127.

Nougué, O., Flaven, E., Jabbour-Zahab, R., Rode, N. O., Dubois, M. & Lenormand, T. (2015). Characterization of nine new polymorphic microsatellite markers in *Artemia parthenogenetica*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 58, 59–63. http://doi.org/10.1016/j.bse.2014.10.014

Persoone, G. & Sorgeloos, P. (1980). General aspects of the ecology and biogeography of *Artemia*. *In*: Persoone, G., Sorgeloos, P., RoeIs, O., Jaspers, E., eds. *The Brine Shrimp Artemia, Vol. 3*. Universa Press, Wetteren, 3–24.

این نسخه موقت و قبل از چاپ نهایی می‌باشد. لطفا برای ارجاع دقت کنید این نسخه بدون تاریخ و شماره است.

Plattner, F. 1955. Der osmotische Druck von *Artemia salina*. *Pflügers Archiv*, 261, 172–182. http://doi.org/10.1007/BF00369788

Rode, N.O., Jabbour-Zahab, R., Boyer, L., Flaven, É., Hontoria, F., Van Stappen, G. & Lenormand, T. (2022). The origin of asexual brine shrimps. The American Naturalist, 200, E52–E76. http://doi. org/10.1086/720268

Rogers, D. C. (2015). A conceptual model for anostracan biogeography. *Journal of Crustacean Biology*, 35, 686–99. http://doi.org/10.1163/1937240X-00002369

Saji, A., Eimanifar, A., Soorae, P. S., Al Dhaheri, S., Li, W., Wang, P. & Asem, A. (2019). Phylogenetic analysis of exotic invasive species of Brine Shrimp *Artemia* Leach, 1819 (Branchiopoda, Anostraca) in Al Wathba Wetland Reserve (UAE; Abu Dhabi). *Crustaceana*, 92, 495–503. http://dx.doi.org/10.1163/15685403-00003884

Saleem, C.M., Asem, A. & Sun, S. C. (2019). Morphological abnormality in *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca): a specimen with three compound eyes. *Acta Zoologica Bulgarica*, 71, 143–144.

Sánchez, M. I., Paredes, I., Lebouvier, M. & Green, A. J. (2016). Functional role of native and invasive filter feeders, and the effect of parasites: learning from hypersaline ecosystems. *PloS One*, 11, e0161478. http://doi.org/10.1371/journal.pone.0161478

Scalone, R. & Rabet, N. (2013). Presence of *Artemia franciscana* (Branchiopoda, Anostraca) in France: morphological, genetic, and biometric evidence. *Aquatic Invasions*, 8, 67–76. http://dx.doi.org/10.3391/ai.2013.8.1.08

Schulz, S., Darehshouri, S., Hassanzadeh, E., Tajrishy, M. & Schüth, C. (2020). Climate change or irrigated agriculture–what drives the water level decline of Lake Urmia. *Scientific Report*, 10, 236. http://doi.org/10.1038/s41598-019-57150-y

Sclater, P. L. (1893). The jelly-fish of Lake Urumiah. *Nature*, 48, 294. http://doi.org/10.1038/048294c0

Shen, C., Liu, C., Wu, X., Yao, L., Meng, X., Xia, L., Wang, P., Li, W., Eimanifar, A. & Asem, A. (2021). First record of the invasive American *Artemia franciscana* Kellogg, 1906 (Branchiopoda, Anostraca) at the South China Sea coast of China. *Crustaceana*, 94, 647–650. http://dx.doi.org/10.1163/15685403-bja10113

Sima, S., Rosenberg, D. E, Wurtsbaugh, W. A., Null, S. E. & Kettenring, K. M. (2021). Managing Lake Urmia, Iran for diverse restoration objectives: Moving beyond a uniform target lake level. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 35, 100812. http://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100812

Sorgeloos, P. (1997). *Lake Urmia cooperation project – contract item A, Report on the 'Resource assessment of Urmiah Lake Artemia cysts and biomass*. Ghent University, Ghent.

Stella, E. (1933). Phenotypical characteristics and geographical distribution of several biotypes of *Artemia salina* L. *Zeitschriftfur Induktive Abstammungs und Vererbungslehre*, 65, 412–446.

Triantaphyllidis, G. V., Abatzopoulos, T. J. & Sorgeloos, P., (1998). Review of the biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). *Journal of Biogeography*, 25, 213–226. http://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1998.252190.x

Van Stappen, G. (2002). Zoogeography. *In*: Abatzopoulos, T. J., Beardmore, J. A., Clegg, J. S., Sorgeloos, P., eds. *Artemia Basic and Applied Biology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 171–224.

Vanhaecke, P., Tackaert, W. & Sorgeloos, P. (1987). The biogeography of *Artemia*: an updated review. *In*: Sorgeloos, P., Bengtson, D. A., Decleir, W., Jaspers, E., eds. *Artemia Research and its Applications, Vol. 1*. Universa Press, Wetteren, 129–155.

Wu, X., Shen, C., Fu, C., Yang, N., Wang, P., Eimanifar, A. & Asem, A. (2022). Cyst size variability in invasive American *Artemia franciscana* Kellogg, 1906 (Branchiopoda: Anostraca) in Asia: a commercial approach. *Crustaceana*, 94, 573–584. http://dx.doi.org/10.1101/2022.05.07.491002

Wurtsbaugh, W. A., Miller, C., Null, S. E., DeRose, R. J., Wilcock, P., Hahnenberger, M., Howe, F. & Moore, J. (2017). Decline of the world's saline lakes. *Nature Geoscience*, 10, 816–821. http://doi.org/10.1038/ngeo3052

Zheng, B., Sun, C. S. & Ma, L. (2004). The occurrence of an exotic bisexual *Artemia* species, *Artemia franciscana*, in two coastal salterns of Shandong Province, China. *Journal of Ocean University of China*, 3, 171–174. http://doi.org/10.1007/s11802-004-0030-y.