Archive of SID

Population Analysis of some of Turkish and Iranian Parthenogenetic Artemia using Biometric Components

Ramin Manaffar [1*], Razieh Abdilzadeh [2], Tahereh Akbarialmajough [3], Armin Eskandari [4], Soheila Ebrahimi [5], Yasemin Saygi [6]

[1] Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran
[2] Ph. D. Student of Bio Systematic, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[3] M. S. Student of Marine Biotechnology, Urmia Lake Research Institute, Urmia University, Urmia, Iran
[4] Ph. D. Student of Hydrobiology, Hacettepe University, Ankara, Turkey
[5] Assistant Professor, Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran
[6] Assistant Professor, Department of Biology, Hacettepe University, Ankara, Turkey

Abstract

Artemia, small crustacean, not only is very useful in aquaculture industry but also is a model organism for biologists. The parthenogenetic population of *Artemia* has not been classified so far mainly because of high dispersal, different ploidy levels and diverse physiological and morphometric characteristics. Due to the importance of the morphometric traits in taxonomy of *Artemia*, in this study morphometric characters of 11 *Artemia* populations, comprising 7 parthenogenetic *Artemia* populations from Turkey and 4 populations from Iran were studied. Most of Turkey populations were studied for the first time in the world. In this regard, eleven morphometric parameters of laboratory cultured *Artemia* were compared. The results showed that the characteristics such as the compound eyes, abdominal length, head width, Telson length and the number of left and right thorns could play an important role in the separation of populations. This study revealed that some morphometric characters of *Artemia* Can be of high significance for morphometric studies of *Artemia.* Based on DA (Discriminant Analysis), using some morphometric traits of *Artemia*, the studied parthenogenetic *Artemia* can be classified into three groups.

Keywords: *Artemia* Taxonomy, Parthenogenetic *Artemia*, *Artemia* from Iran, *Artemia* from Turkey, Morphometry.

* raminmanaffar@gmail.com

Copyright©2017, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

www.SID.ir

Archive of SID

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال دهم، شماره سی و پنجم، تابستان ۱۳۹۷، صفحه ۵۷- ۶۸
دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۳/۱۱ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۱۲/۰۸

تجزیه‌وتحلیل جمعیتی تعدادی از آرتمیاهای بکرزای ترکیه و ایران با استفاده از شاخص‌های بیومتریک

رامین مناف‌فر [۱*]، راضیه عبدیل‌زاده [۲]، طاهره اکبری المه جوق [۳]، آرمین اسکندری [۴]، سهیلا ابراهیمی [۵]، یاسمین سایقی [۶]

[۱] استادیار گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
[۲] دانشجوی دکتری بیوسیستماتیک، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد زیست فناوری دریا، پژوهشکدهٔ مطالعات دریاچهٔ ارومیه، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
[۴] دانشجوی دکتری هیدروبیولوژی، دانشگاه حاجت تپه، آنکارا، ترکیه
[۵] استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
[۶] استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه حاجت تپه، آنکارا، ترکیه

چکیده

آرتمیا سخت‌پوست کوچکی است که نه‌تنها اهمیت زیادی درصنعت آبزی‌پروری دارد، مدل پژوهشی مناسبی برای زیست‌شناسان است. به‌علت پراکندگی بسیار زیاد، سطوح پلوئیدی و تنوع‌های ریخت‌سنجی و فیزیولوژیک یافت‌شده بین جمعیت‌های بکرزای آرتمیا، تاکنون ارتباط فیلوژنتیک این جمعیت‌ها به‌طور دقیق کشف نشده است. اهمیت زیاد صفت‌های ریخت‌سنجی در تاکسونومی آرتمیا سبب شد صفت‌های ریخت‌سنجی یازده جمعیت مختلف آرتمیا شامل هفت جمعیت بکرزا از ترکیه و چهار جمعیت از ایران بررسی شوند. بیشتر جمعیت‌های ترکیه برای نخستین‌بار در دنیا طی مطالعهٔ حاضر بررسی شدند؛ به این منظور، آرتمیاهای بالغ پرورش‌یافته در شرایط بهینهٔ آزمایشگاهی ازنظر ۱۱ صفت و با تجزیه‌وتحلیل‌های آماری مقایسه شدند. نتایج پژوهش حاضر نشان دادند صفت‌های چشم مرکب، طول ناحیهٔ شکمی، عرض سر، طول تلسون و تعداد خارهای چپ و راست نقش مهم‌تری در جدایی جمعیتی دارند و برخی از این صفت‌ها در رده‌بندی جمعیت‌های آرتمیا ارزش بیشتری دارند. آزمون آماری تحلیل ممیزی (Discriminant Analysis) نشان داد با استفاده از صفت‌های ریخت‌سنجی، سه گروه برای آرتمیاهای بکرزای مطالعه‌شده در نظر گرفته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رده‌بندی آرتمیا، آرتمیای بکرزا، آرتمیای ایران، آرتمیای ترکیه، ریخت‌سنجی.

مقدمه

آرتمیا یا میگوی آب شور (Brine Shrimp) Artemia سخت‌پوست کوچکی از زیرشاخهٔ سخت‌پوستان است که در بخش‌های مختلف جهان به‌جز قطب شمال دیده می‌شود (Triantaphyllidis *et al.*, 1998; Van Stappen, 2002). این زئوپلانکتون نه‌تنها مدل پژوهشی مناسبی برای زیست‌شناسان است (Gajardo *et al.*, 2002)، جایگاه بسیار مهمی به‌عنوان

* raminmanaffar@gmail.com
Copyright©2019, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

www.SID.ir

Archive of SID

غذای زنده در صنعت آبزی‌پروری دارد (Sorgeloos *et al.*, 1980). آرتمیا جانور منحصربه‌فردی با قدرت تحمل شوری بسیار زیاد (تا ۳۰۰ گرم نمک در لیتر) است (Browne, 1992) و گونه‌های همسان و زیرگونه‌هایی دارد که به‌واسطهٔ جدایی تولیدمثلی از یکدیگر متمایز می‌شوند (Browne, 1991). اگرچه بیشتر پژوهشگران بر این باورند که جنس آرتمیا از گونه‌های همسان تشکیل شده است، مطالعه‌های متعدد بر وجود تفاوت‌های ریخت‌شناسی بین افراد گونه‌های مختلف تأکید دارند (Amat, 1980; Hontoria and Amat, 1992; Pilla, 1992; Triantaphyllidis, 1997a; 1997b Baxevanis, 2005).

سازش‌پذیری فیزیولوژیکی زیاد آرتمیا نسبت به شرایط زیستی مختلف و اهمیت اقتصادی آن سبب شده است پراکندگی این موجود دائماً درحال گسترش باشد و با کشف زیستگاه‌های جدید به‌ویژه در آسیای مرکزی، چین و منطقهٔ خاورمیانه همچنان بر تعداد جمعیت‌های جغرافیایی آن افزوده شود (Van Stappen, 2002). آرتمیا باتوجه‌به شیوه‌های تولیدمثلی به دو گروه جمعیت‌های دوجنسی و بکرزا تقسیم می‌شود. هشت گونه آرتمیا در جمعیت دوجنسی دسته‌بندی می‌شوند (Verrill, 1869; Gunther, 1899; Kellogg, 1906; Piccinelli, 1968; Lenz, 1980; Cai, 1991; Triantaphyllidis *et al.*, 1998; Abatzopolous, 1998) و جمعیت‌های بکرزا تفاوت‌های پلوئیدی زیاد و ویژگی‌های فیزیولوژیک متفاوتی نشان می‌دهند و همگی با نام آرتمیای بکرزا گزارش می‌شوند. پژوهش‌های مختلف در زمینهٔ جمعیت‌های بکرزای مدیترانهٔ غربی نشان می‌دهند سطح پلوئیدی بر ریخت‌شناسی آرتمیا مؤثر است (Amat, 1980; Hontoria and Amat, 1992). مطالعه‌های ریخت‌شناسی دو جمعیت بکرزا در نامیبیا و ماداگاسکار، ارتباط مستقیم میزان پلوئیدی و اندازهٔ آرتمیا را نشان می‌دهند؛ به‌طوری‌که جمعیت دیپلوئید کوچک‌تر از جمعیت تریپلوئید است (Triantaphyllidis, 1996).

استفاده از روش‌های ریخت‌سنجی برای شناسایی جمعیت‌ها و گونه‌های مختلف آبزیان پیشینه‌ای طولانی دارد (Ghotbi-Jokandan *et al.*, 2015). ریخت‌شناسی در رده‌بندی آرتمیا نیز اهمیت ویژه‌ای دارد و پژوهشگران باتوجه‌به صفت‌های ریخت‌شناسی جمعیت آرتمیاهای ماده در آمریکا موفق به شناسایی دو گونه شدند (Hontoria and Amat, 1992). انجام این آزمایش روی پانزده جمعیت آرتمیای بکرزا توانست آنها را در پنج گروه اصلی دسته‌بندی کند. در مطالعهٔ ریخت‌شناسی دیگری که در زمینهٔ یک جمعیت دوجنسی و پنج جمعیت بکرزا از بخش‌های مختلف ایران انجام شد، تفاوت معناداری ازنظر ریخت‌شناسی بین جمعیت‌های مطالعه‌شده مشاهده شد. در این مطالعه، جمعیت‌ها گروه‌بندی شدند و درستی گروه‌بندی آنها ۸۵/۹ درصد بود (Agh, 2009). Asem و همکاران (۲۰۰۹) برای مقایسهٔ دو جمعیت آرتمیای بکرزای دریاچهٔ ارومیه و تفکیک آنها از شاخص‌های ریخت‌شناسی استفاده کردند.

باوجود نزدیکی دو اقلیم منحصربه‌فرد آرتمیاهای ایران و ترکیه و احتمال نزدیکی جمعیتی آنها، تاکنون هیچ گزارش جامعی دربارهٔ ویژگی‌های جمعیتی آرتمیاهای ترکیه در مقایسه با جمعیت‌های ایران ارائه نشده است؛ تنها گزارش موجود دربارهٔ حضور آرتمیای پارتنوژنز در دو ایستگاه مطالعه‌شده را اعضای گروه پژوهش حاضر پیش‌از این ارائه کرده‌اند (Basbug and

www.SID.ir

Archive of SID

Demirkalp, 1997; Saygi and Demirkalp, 2002; Saygi, 2004)؛ ازاین‌رو، پژوهش حاضر سعی دارد به‌طور جامع جمعیت‌های آرتمیاهای ترکیه را بررسی و سپس مؤثرترین ویژگی‌های ریخت‌سنجی آنها را با تعدادی از جمعیت‌های آرتمیای پارتنوژنز ایران مقایسه کند.

مواد و روش‌ها

تفریخ سیست و پرورش آرتمیا: سیست جمعیت‌های آرتمیای ایران از بانک سیست پژوهشکدهٔ آرتمیا و جانوران آبزی دانشگاه ارومیه تهیه و سیست جمعیت‌های ترکیه به‌طور مستقیم از سایت‌های مشخص‌شده در جدول (۱) نمونه‌برداری شد. سیست‌های هر یازده ایستگاه در شرایط آزمایشگاهی استاندارد (نور ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ لوکس، دمای ۱±۲۷درجهٔ سانتی‌گراد، اسیدیتهٔ ۱±۸، هوادهی کافی و شوری ۳۵ گرم‌درلیتر) در آب رقیق‌شدهٔ دریاچهٔ ارومیه تخم‌گشایی شدند (Lavens and Sorgeloos, 1996). ناپلی آرتمیا در تراکم ۱ لارو در هر ۲ میلی‌لیتر آب شور ۸۰ گرم‌درلیتر (شوری استاندارد برای پرورش تمام جمعیت‌های آرتمیا در دنیا) به‌مدت ۱۵ روز تا زمان بلوغ پرورش یافتند. میزان غذا طبق جدول غذادهی Coutteau و همکاران (۱۹۹۲) هر روز و به تعداد آرتمیاها محاسبه و غذادهی و پرورش انجام شد. غذای استفاده‌شده برای پرورش، ترکیبی از جلبک تک‌سلولی *Dunaliella tertiolecta* با غلظت ۱۸×۱۰^{۶} سلول بر میلی‌لیتر و مخمر نانوایی غنی‌شده با اسیدچرب (w3) بود. پرورش داخل ظرف‌های ۱/۵ لیتری قرارگرفته در آکواریومی با دمای آب ۱±۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد و در چهار تکرار برای هر تیمار انجام شد. به‌منظور ممانعت از تبخیر آب و تغییر شوری، هریک از ظرف‌ها با پتری‌دیش‌های پلاستیکی دارای دو سوراخ (یکی برای هوادهی و یکی برای غذادهی) پوشانده شدند (Boone and Baas-Becking, 1931).

بیومتری: پس‌از بلوغ آرتمیاها در روز پانزدهم، تعداد ۵۰ آرتمیای بالغ از هر جمعیت در لوگل ۱ درصد تثبیت شدند. بلافاصله پس‌از اضافه‌کردن لوگل، بیومتری با لوپ زایس مجهز به بیومتر چشمی انجام شد (Triantaphyllidis, 1997a; 1997b). صفت‌های بیومتریک اندازه‌گیری‌شده در جدول (۲) و شکل (۱) نشان داده شده‌اند. جدایی جمعیت‌ها با پیش‌آزمون تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی PCA (Principle Component Analysis) تعیین شد.

تجزیه‌وتحلیل آماری: داده‌های بررسی‌های ریخت‌سنجی به‌شکل خطای استاندارد میانگین گزارش شدند. به‌منظور مقایسهٔ میانگین داده‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و متعاقب آن از آزمون توکی (Tukey) استفاده شد. به‌منظور حذف تأثیر دما و ترکیب یونی بر یک جمعیت خاص، شاخص‌های متریک محاسبه‌شده ابتدا بر طول کلی بدن تقسیم و سپس با یکدیگر مقایسه شدند. ابتدا تجزیه‌وتحلیل PCA بر اساس تمام عوامل بیومتریک جمعیت‌های آرتمیا انجام شد و صفت‌های تأثیرگذار برای جدایی جمعیتی با ارزش بیشتر شناسایی شدند؛ سپس این صفت‌ها برای تجزیه‌وتحلیل نهایی DA (Discriminant Analysis) بر اساس دو مؤلفه استفاده شدند. تمام محاسبه‌های آماری با نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۸ انجام شدند.

www.SID.ir

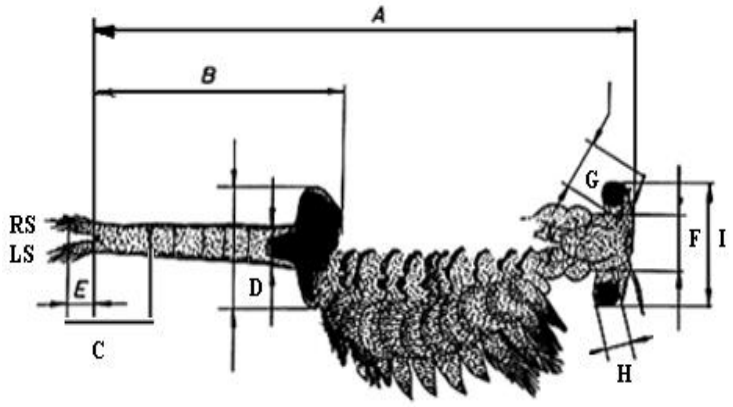
Archive of SID

جدول ۱- ویژگی‌های جغرافیایی ایستگاه‌های ترکیه و ایران

نام	موقعیت جغرافیایی
Turkey-Acı Göl(Alkim)	37º 51′ 47.10″N 29º 50′ 33.84″E
Turkey-Çamaltı	38º 27′ 21.48″N 26º 55′ 47.66″E
Turkey-Ayvalık	39º 15′ 1.44″N 26º 43′ 59.40″E
Turkey-Bolluk Gölü	36º 42′ 66.66″N 49 º 45′ 08″E
Turkey-Tuz Gölü	36º 42′ 94.91″N 55º 22′ 19″E
Turkey-Meke	37º 41′ 27″N 33º 38′ 33.44″E
Turkey-Tersakan Gölü	36º 42′ 75.60″N 55º 45′ 63″E
Iran-Shilat (Urmia Lake parthenogenetic)	ایستگاه نامعلوم
Iran-Qom	34° 02′N 51° 31′ E
Iran-Maharlu	25° 42′N 52° 17′ E
Iran-Zanbil	37º 43′ 46″N 45° 14′ 31″E

جدول ۲- ویژگی‌های مهم بیومتریک در آرتمیا

ردیف	صفات بیومتریک آرتمیا	نام لاتین
A	طول کل بدن	Total Length
B	طول ناحیهٔ شکمی	Abdominal Length
C	طول تلسون	Length of Telson
E	طول چنگال دمی (فورکا)	Length of Furca
F	عرض سر	Width of Head
G	طول شاخک	Length of Antenna
I	فاصلهٔ بین چشم‌های مرکب	Distance between compound Eyes
H	قطر چشم مرکب	Eye Diameter
LS	تعداد تار چنگال دمی چپ	Number of seata on left branch of Furca
RS	تعداد تار چنگال دمی راست	Number of seata on right branch of Furca
D	عرض کیسهٔ تخمدانی	Width of Ovisac



شکل ۱- ویژگی‌های بیومتریک در آرتمیا

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

نتایج پژوهش حاضر نشان دادند کمترین طول ناحیهٔ شکمی، طول تلسون ($p<0.05$)، عرض سر، فاصلهٔ چشم‌ها، قطر چشم و عرض رحم به جمعیت آرتمیای قم تعلق دارد. بیشترین طول فورکا ($p<0.05$) در بین جمعیت‌های مطالعه‌شده به جمعیت آرتمیای قم متعلق بود و تفاوت معناداری با سایر جمعیت‌ها داشت؛ تمام جمعیت‌ها به‌جز آرتمیای قم در طول فورکا تفاوت درخور توجهی نداشتند. بیشترین طول کل بدن ($p>0.05$) به جمعیت آرتمیای زیستگاه Bolluk مربوط بود که کوتاه‌ترین شاخک را داشت. کوتاه‌ترین طول بدن به جمعیت Shilat ($p>0.05$) مربوط بود. جمعیت آرتمیای Camalti بیشترین طول شکم، طول شاخک ($p<0.05$)، فاصلهٔ چشم و عرض رحم را داشت و بیشترین میزان عرض سر در نمونهٔ Tuz مشاهده شد ($p<0.05$). بیشترین طول تلسون و کمترین تعداد تار در هر دو فورکای راست و چپ در جمعیت Tuz دیده و بیشترین تعداد تار در جمعیت Alkim مشاهده شد. ازنظر فاصلهٔ چشم‌های مرکب، جمعیت Ayvalik نه‌تنها فاصلهٔ چشم زیادی داشت، بیشترین قطر چشم را نیز به خود اختصاص داده بود. نتایج بیومتری صفت‌های مهم آرتمیا در جدول (۳) آورده شده‌اند.

نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری صفت‌های بیومتریک نسبت به طول کلی بدن نشان دادند جمعیت‌ها بر اساس صفت‌های ریخت‌سنجی نسبی تنها در چهار صفت بیومتریک اختلاف معنادار دارند؛ بر این اساس، آرتمیاهای مطالعه‌شده در پژوهش حاضر را می‌توان ازنظر طول شاخک، عرض رحم و طول تلسون در دو گروه قرار داد و ازنظر طول فورکا، در چهار گروه مجزا دسته‌بندی کرد (جدول ۴).

در پژوهش حاضر، ابتدا با پیش‌آزمون PCA چشم مرکب، طول ناحیهٔ شکمی، عرض سر، طول تلسون و تعداد خارهای چپ و راست صفت‌های نسبی مؤثر برای جدایی جمعیتی شناسایی شدند. نتایج تحلیل ممیزی یا DA روی داده‌های ریخت‌سنجی مؤثر در شکل (۲) ارائه شده‌اند. بر اساس صفت‌های بیومتریک نسبی و با ارزش‌گذاری صفت‌های خاص، آرتمیاهای بکرزای بررسی‌شده به سه گروه مجزا دسته‌بندی شدند. این سه دسته بر اساس شماره‌گذاری انجام‌شده در شکل (۲) شامل جمعیت‌های ۳–۵–۶، ۱–۸–۹ و ۲–۴–۷–۱۰–۱۱ بودند که بر اساس مؤلفهٔ اول جدایی بیشتری را نشان دادند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج بیومتری شاخص‌های مهم آرتمیا

طول کل بدن	ALKIM	BOLLUK	AYVALIK	CAMALTI	MEKE	TERS	TUZ	MAHARLU	ZANBIL	QOM	SHILAT
طول ناحیهٔ شکمی	۹/۵۳±۰/۷۵ a	۱۰/۵۴±۱/۱۷ A	۱۰/۲۶±۰/۸۳ A	۱۰/۴۱±۱/۷۵ A	۹/۸۶±۰/۸۹ a	۱۰/۳±۱/۰۱ A	۹/۹۴±۱/۲۳ a	۹/۸±۰/۷۴ A	۹/۱۷±۰/۷ A	۹/۳۲±۱/۸۳ a	۸/۳۷±۰/۷۴ a
طول تلسون	۵/۲۳±۰/۵ de	۵/۰۹±۰/۷۶ Cd	۵/۷±۰/۵۹ F	۵/۷۶±۰/۷۳ F	۵/۴۱±۰/۵۹ def	۵/۶۲±۰/۷۳ Ef	۵/۴۹±۰/۹۲ def	۴/۴۵±۰/۵۵ Def	۴/۶۷±۰/۳۷ Bc	۴/۲۲±۰/۵۱ a	۴/۵۲±۰/۵۶ ab
طول فورکا	۱/۰۹±۰/۲۵ bc	۱/۱۷±۰/۱۷ Cde	۱/۲۸±۰/۱ Ef	۱/۲۶±۰/۱۹ Ef	۱/۱۶±۰/۳ cde	۱/۲۳±۰/۱۸ Def	۱/۳۶±۰/۲۷ f	۱/۱۸±۰/۱۳ Cde	۱/۱۱±۰/۱۷ Bcd	۰/۸۷±۰/۲ a	۱/۰۱±۰/۱۴ b
عرض سر	۰/۳±۰/۰۷ c	۰/۲۷±۰/۰۵ Bc	۰/۲۶±۰/۰۴ B	۰/۲۷±۰/۰۴ B	۰/۲۷±۰/۰۴ bc	۰/۲۶±۰/۰۵ B	۰/۲±۰/۰۴ a	۰/۲۲±۰/۰۴ A	۰/۲۱±۰/۰۲ A	۰/۳۶±۰/۰۴ d	۰/۲۸±۰/۰۳ bc
طول شاخک	۰/۸۲±۰/۰۷ cd	۰/۷۸±۰/۰۶ Abc	۰/۸۵±۰/۰۸ De	۰/۹±۰/۱ E	۰/۷۴±۰/۰۹ abd	۰/۷۴±۰/۰۹ Ab	۱/۵۳±۰/۲۸ bc	۰/۷۸±۰/۰۶ Abc	۰/۷۳±۰/۱۵ A	۰/۷۲±۰/۱ a	۰/۷۳±۰/۰۸ a
فاصلهٔ بین چشم‌ها	۰/۹۸±۰/۰۹ c	۰/۸۵±۰/۱۵ a	۱±۰/۰۹ C	۱/۰۹±۰/۱۴ D	۰/۹۸±۰/۱ C	۰/۹۷±۰/۱۸ C	۰/۹۸±۰/۱۱ c	۰/۹۵±۰/۰۸ bc	۰/۹۵±۰/۰۷ Bc	۰/۸۹±۰/۰۸ ab	۰/۹±۰/۱ ab
قطر چشم	۱/۳۵±۰/۱ c	۱/۳۶±۰/۰۹ Cd	۱/۵۱±۰/۰۹ F	۱/۵۱±۰/۱۴ F	۱/۳۸±۰/۰۸ cde	۱/۴۶±۰/۱۴ Ef	۱/۴۹±۰/۱۲ f	۱/۴۴±۰/۱۱ def	۱/۲۵±۰/۱۸ B	۱/۱۷±۰/۱ a	۱/۲۴±۰/۱ ab
تعداد تار فورکا چپ	۰/۲۴±۰/۰۲ bc	۰/۲۴±۰/۰۳ Bc	۰/۲۸±۰/۰۱ F	۰/۲۷±۰/۰۲ Ef	۰/۲۵±۰/۰۱ c	۰/۲۷±۰/۰۳ E	۰/۲۶±۰/۰۳ de	۰/۲۵±۰/۰۲ cd	۰/۲۳±۰/۰۲ Ab	۰/۲۲±۰/۰۲ a	۰/۲۳±۰/۰۱ bc
تعداد تار فورکا راست	۹/۷۲±۴/۰۳ d	۷/۶±۲/۸۳ Bc	۴/۵۸±۱/۲۴ A	۴/۸۶±۱/۵۳ A	۷/۹۷±۲/۱۳ bc	۸/۵۷±۳/۴۸ Cd	۴/۴±۲/۱۶ a	۶/۵۶±۱/۶۹ b	۸/۲۲±۱/۷۴ Cd	۹/۱۲±۲/۳۷ cd	۹/۵۹±۱/۹۱ d
عرض رحم	۹/۴۲±۳/۸۵ c	۷/۴۹±۲/۹۲ Bc	۴/۷۴±۱/۳۸ A	۵/۰۴±۱/۷۲ A	۷/۹۲±۲/۰۹ bc	۸/۴۴±۲/۸۱ C	۴/۲۶±۱/۹۸ A	۶/۷۶±۱/۶۴ b	۸/۱۲±۲/۰۷ Bc	۹/۳۴±۲/۴۸ c	۹/۴±۲/۰۳ c
طول کل بدن	۱/۲۴±۰/۱۸ b	۱/۳۱±۰/۱۹ Bc	۱/۴۶±۰/۲۱ Cd	۱/۵۵±۰/۳۳ d	۱/۵۱±۰/۱۶ d	۱/۳۲±۰/۲۱ Bc	۱/۵۳±۰/۲۸ D	۱/۴۶±۰/۲۱ cd	۱/۰۴±۰/۱۸ A	۰/۹۶±۰/۱۴ a	۱/۱۹±۰/۲۵ b

*حرف‌های یکسان در هر ردیف وجود نداشتن اختلاف آماری معنادار را نشان می‌دهند ($p>0.05$).

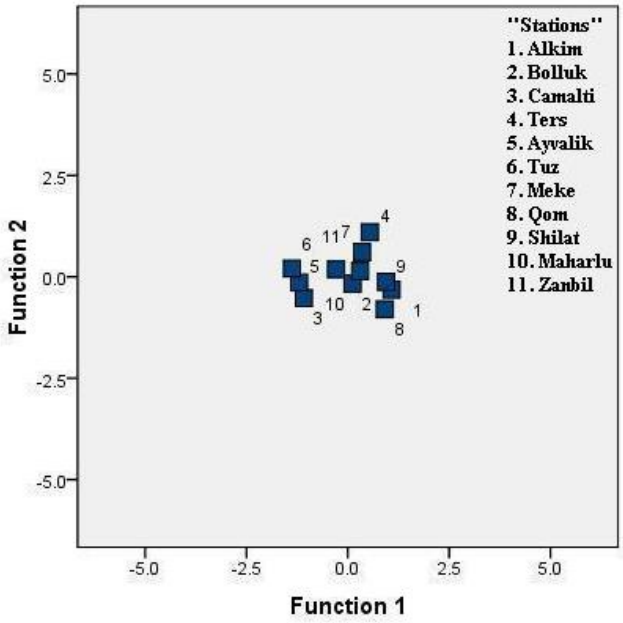
جدول ۴- اختلاف‌های معنادار آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) مربوط به نسبت‌های صفت‌های بیومتری. تمام نتایج از تقسیم صفت‌های یادشده در بالای ستون بر طول کل بدن حاصل شده‌اند.

طول شاخک	عرض سر	فاصلهٔ چشم‌ها	قطرچشم مرکب	طول شکم	عرض رحم	طول تلسون	طول فورکا	
ab	a	a	a	A	ab	ab	Abc	ALKIM
b	a	a	a	A	ab	ab	Bcd	BOLLUK
a	a	a	a	A	a	a	Bcd	CAMALTI
ab	a	a	a	A	ab	ab	Bcd	TERS
ab	a	a	a	A	ab	a	Bcd	AYVALIK
ab	a	a	a	A	a	a	E	TUZ
ab	a	a	a	A	a	ab	Abcd	MEKE
ab	a	a	a	A	b	b	A	QOM
a	a	a	a	A	ab	ab	Ab	SHILAT
ab	a	a	a	A	a	ab	De	MAHARLU
a	a	a	a	A	ab	a	Cde	ZANBIL

*حرف‌های یکسان در هر ردیف وجودنداشتن اختلاف آماری معنادار را نشان می‌دهند ($p>0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تحلیل DA بر اساس صفت‌های ریخت‌سنجی نسبی. علامت‌ها مرکز توزیع نمونه‌های بیومتری‌شدهٔ هر جمعیت را نشان می‌دهند. در این نمودار، تابع ۱ شامل صفت‌های تعداد خارهای چپ و راست و تابع ۲ شامل قطر چشم مرکب، طول ناحیهٔ شکمی، عرض سر و طول تلسون است که بیشترین نقش را در جدایی داشته‌اند.

بحث

صفت‌های ریخت‌سنجی یکی از مهم‌ترین صفت‌های تاکسونومیکی هستند (Mayr and Ashlock, 1991) که از آنها در بیشتر مطالعه‌های تکاملی برای تمایز استفاده می‌شود. استفاده از صفت‌های ریخت‌سنجی روشی اصلی برای توصیف جمعیت‌ها وگونه‌های آرتمیا به شمار می‌آید؛ هرچند در زمینهٔ انتخاب و استفاده از بهترین ویژگی اختلاف‌هایی وجود دارد (Gajardo, 1998; Baxevanis, 2005). برخی صفت‌ها ازنظر ریخت‌شناسی اهمیت ویژه‌ای در رده‌بندی آرتمیا دارند. در پژوهش Mayer (۲۰۰۲)، کیسهٔ تخمی ماده مفیدترین ویژگی ریخت‌شناسی برای تشخیص دو جمعیت آرتمیا از Puerto Rico و یک جمعیت از Dominican Republic گزارش و نشان داده شد شکل عمومی و ساختار کیسهٔ تخمی جمعیت‌های مطالعه‌شده کاملاً متفاوت است و برای تشخیص استفاده می‌شود. Triantaphyllidis و همکاران (۱۹۹۵) عنوان کردند طول شاخک بهترین ویژگی برای تشخیص انواع آرتمیای بکرزاست. در پژوهش مشابهی نیز Amat و همکاران (۱۹۹۵) دریافتند طول فورکا عامل اصلی برای تشخیص جمعیت‌های بکرزا از جمعیت‌های دوجنسی اسپانیایی محسوب می‌شود. Hontoria و Amat (۱۹۹۲) استفاده از تحلیل ممیزی (DA) و روش صفت‌های بیومتریک نسبی را برای نخستین‌بار ارائه کردند.

در مطالعهٔ حاضر نیز برای حذف شرایط ویژهٔ پرورش که ممکن است برای جمعیتی بهینه و برای جمعیت دیگر غیربهینه باشد، از روش بررسی صفت‌های ریخت‌سنجی به‌طور نسبی استفاده شد. استدلال بر این پایه قرار داده شد که اگر صفت‌هایی کاملاً ژنتیکی باشند و ریشهٔ اکولوژیک نداشته باشند، نباید در یک نسل تغییر کنند؛ به‌این‌ترتیب، اگر حتی شرایط پرورش موجب شود موجود نتواند تا اندازهٔ

www.SID.ir

Archive of SID

حداکثر خود رشد کند، نبایستی نسبت صفت‌های ریخت‌سنجی آن تغییر یابد. این آزمون تاحدی موفق شد یازده جمعیت آرتمیای مطالعه‌شده را به سه دسته تقسیم‌بندی کند؛ کاری که در بررسی مستقیم صفت‌های ریخت‌سنجی غیرممکن بود (نتایج این آزمایش نشان داده نشده است). تجزیه‌وتحلیل آماری انجام‌شده روی صفت‌های بیومتریک به‌شکل مستقیم اختلاف‌های آماری بسیاری را بین جمعیت آرتمیا مطالعه‌شده نشان داد؛ باوجوداین، بسیاری از اختلاف‌های آماری پس‌از نسبت‌گیری صفت‌های مطالعه‌شده به طول کلی بدن حذف شدند (جدول ۴). این نتایج نشان می‌دهند در بسیاری از موارد، شرایط پرورشی بهینه برای یک جمعیت ممکن است برای جمعیت دیگر بهینه نباشد و باعث شود این جمعیت به رشد ایدئال نرسد؛ به بیان دیگر، شرایط محیطی موجب تغییرات ریخت‌سنجی‌ای شود که ریشهٔ جمعیتی ندارند و ژنتیکی نیستند (Espahbodi *et al*., 2008).

آزمون PCA انجام‌شده روی صفت‌های بیومتریک نشان داد برخی از این صفت‌ها نقش مهم‌تری در جدایی جمعیت‌های آرتمیا دارند و الزاماً نیازی نیست در بررسی این جمعیت‌ها از تمام صفت‌های قابل‌اندازه‌گیری استفاده شود. پژوهش حاضر نشان داد همان‌طور که در اغلب موجودات مشاهده می‌شود (Safi *et al*., 2017)، شاید بتوان جمعیت‌های آرتمیا را با استفاده از چند صفت مهم‌تر دسته‌بندی کرد؛ به‌ویژه اگر صفت‌های بیومتریک مطالعه‌شده به‌طور نسبی در نظر گرفته شوند که در این حالت، تأثیر شرایط محیطی پرورش به‌سادگی حذف می‌شود. پژوهش حاضر نشان داد صفت‌های چشم مرکب، طول ناحیهٔ شکمی، عرض سر، طول تلسون و تعداد خارهای چپ و راست نقش مهم‌تری در جدایی جمعیتی دارند. پیش‌از مطالعهٔ حاضر، Gilchrist (۱۹۶۰) نشان داد آرتمیا مطابق با شرایط محیطی متحمل تغییرات ریخت‌شناسی می‌شود. Amat و همکاران (۱۹۹۵) و El–Bermawi و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند تفاوت در اندازهٔ فورکا و تعداد خارهای جمعیت‌های وحشی از شرایط محیطی ناشی می‌شود. آنها این ویژگی‌های ریخت‌شناسی تغییرپذیر را به‌عنوان ابزار سیستماتیکی فراهم‌شده با شرایط پرورش تعریف‌شده استفاده کردند. بیشترین تغییرات ریخت‌شناسی در اثر تغییرات محیطی در قطر چشم‌ها، فاصلهٔ بین چشم‌ها، عرض سر، طول نخستین آنتن، عرض کیسهٔ تخمی و طول فورکا مشاهده شده است (Torrentera and Dodson, 1995).

مطالعه‌ها نشان می‌دهند سازوکار اصلی تکامل تدریجی در جنس آرتمیا، نوعی از گونه‌زایی اکولوژیکی است (Hontoria and Amat, 1992). چنین پژوهش‌هایی اثبات می‌کنند ویژگی‌های اکولوژیکی محیط‌زیست مانند ترکیب یونی باعث جدایی اکولوژیکی (Brown *et al*., 1985, 1988) و درنتیجه، سبب ایجاد تفاوت‌های ریخت‌شناسی می‌شوند (Hontoria and Amat, 1992). در این زمینه، Amat (۱۹۸۰) نشان داد طول فورکا و تعداد خارهای موجود روی آن با افزایش شوری افزایش می‌یابد. چنین به نظر می‌رسد برخی از صفت‌های ریخت‌شناسی سریع‌تر از سایر صفت‌ها به تغییرات محیطی پاسخ می‌دهند و دستخوش تغییر می‌شوند؛ بنابراین در بررسی جدایی جمعیت‌های آرتمیا بهتر است از صفت‌هایی استفاده شود که ریشهٔ ژنتیکی ثابت‌تری دارند و به‌سادگی دستخوش تأثیر محیط نمی‌شوند؛ به‌این ترتیب، جمعیت‌های مطالعه‌شده با اختلاف‌های ریشه‌ای قوی‌تر از هم تشخیص داده می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Abatzopolous, T. J., Zhang, B. and Sorgeloos, P. (1998) *Artemia tibetiana*: preliminary characterization of a new *Artemia* species found in Tibet (people's Republic of China). (International study on *Artemia* LIX). International Journal of Salt Lake Research 7: 41-44.

Agh, N., Bossier, P., Abatzopoulos, T. J., Beardmore, J. A., Van Stappen, G., Mohammadyari, A., Rahimian, H. and Sorgeloos, P. (2009) Morphometric and preliminary genetic characteristics of *Artemia* populations from Iran. International Review of Hydrobiology 94(2): 194-207.

Amat, F. (1980) Differentiation in *Artemia*, strains from Spain. In: The Brine Shrimp *Artemia* (Eds. Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O. and Jaspers, E.) 19-39. Volum Universa Press, Wetteren.

Amat, F., Barata, C. and Hontoria, F. (1995) Biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca) in Spain. International Journal Salt Lake Research 3: 175-190.

Asem, A., Atashbar, B., Rastegar, P. N. and 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.

Basbug, Y. and Demirkalp, F. Y. (1997) A note on the brine shrimp Artemia in Tuz Lake (Turkey). Hydrobiologia 353(1-3): 45-51.

Baxevanis, A. D., Triantaphyllidis, G. V., Kappas, I., Triantaphyllidis, A., Triantaphyllidis, C. D. and Abatsopoulos, T. J. (2005) Evolutionary assessment of *Artemia tibetiana* (Crustacea, Anostraca) based on morphometry and 16S rRNA RFLP analysis. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research 43: 189-198.

Boone, E. and Baas-Becking, L. G. M. (1931) Salt effects on eggs and nauplii of *Artemia salina*. Journal of General Physiology 14(6): 753-763.

Brown, S. T., Fogarino, E. A., Hitchner, K. N., Dana, G. L., Chow, V. H. S., Buoncristiani, M. R. and Carl, J. R. (1985) Ecological isolation in *Artemia*. Population differences in tolerance of anion concentrations. Journal of Crustacean Biology 5: 106-129.

Brown, S. T., Buoncristiani, M. R. and Carl, J. R. (1988) *Artemia* habitats: Ion concentrations tolerated by one superspecies. Hydrobiologia 158: 201-214.

Browne, R. A. and Bowen, S. T. (1991) Taxonomy and population genetics of *Artemia*. In: *Artemia* biology (Eds. Browne, R. A., Sorgeloos, P. and Trotman, C. N. A.) 221-235. CRC press, Boca Raton.

Browne, R. A. (1992) Population genetics and ecology of Artemia: insights into parthenogenetic reproduction. Trends in Ecology and Evolution 7(7): 232-237.

Cai, H. J. and Hou, L. (1991) A study on karyotypes of *Artemia* from Liaoning province, China. Journal of Liaoning Normal University 14(10): 53-59.

Coutteau, P., Brendonck, L., Lavens P. and Sorgeloos, P. (1992) The use of manipulated baker's yeast as an algal substitute for the laboratory culture of Anostraca. Journal of Hydrobiologia 234: 25-32.

El-Bermawi, N., Baxevanis, A. D., Abatzopoulos, T. J., Van Stappen, G. and Sorgeloos, P. (2004) Salinity effects on survival, growth and morphometry of four Egyptian *Artemia* populations (International Study on *Artemia*. LXVII). Journal of Hydrobiologia 523: 175-188.

Espahbodi, K., Mirzaei, N. H., Tabari, M., Akbarinia, M. and Dehghani, S. Y. (2008) Study on Heritability of some growth characteristic of *Sorbus torminalis* (L.) seedlings. Iranian Journal of Forest and Poplar Research 57(6): 340-348 (in Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Gajardo, G., Colihueque, N., Parraguez, M. and Sorgeloos, P. (1998) International study on *Artemia* LVIII. Morphologic differentiation and reproductive isolation of Artemia populations from South America. International Journal of Salt Lake Research 7: 133-151.

Gajardo, G., Abatzopoulos, T. J., Kappas, I. and Beardmore, J. A. (2002) Chapter V. Evolution and speciation. In: *Artemia*: basic and applied biology (Eds. Abatzopoulos, T. J., Beardmore, J. A., Clegg, J. S. and Sorgeloos, P.) 225-250. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Ghotbi-Jokandan, S. R., Alavi-Yeganeh, M. S. and Jamshidi, S. (2015) Length-weight and length-length relationships of four Alosa species along the southern Caspian Sea coast. Journal of Applied Ichthyology 31(4): 814-815 (in Persian).

Gilchrist, B. (1960) Growth and form of the brine shrimp, *Artemia salina* (L.). Proceeding of the Zoollogical Society of London 134: 221-235.

Gunther, R. T. (1899) Crustacea: contribution to the natural history of Lake Urmia, N. W. Persia and its neighborhood. Biological Journal of the Linnean Society 27: 394-398.

Hontoria, F. and Amat, F. (1992) Morphological characterization of adult *Artemia* (Crustacea: Branchiopoda) from different geographical origin. Mediterranean population. Journal of Plankton Research 14: 949-959.

Kellogg, V. A. (1906) A new *Artemia* and its life condition. Science 24: 594-596.

Lavens, P. and Sorgeloos, P. (1996) Manual on the production and use of live food for aquaculture. Food and Agriculture Organization, (FAO) Fisheries Technical Paper No. 361.

Lenz, P. (1980) Ecology of an alkali-adapted variety of *Artemia* from Mono Lake, California, USA. In: The brine shrimp *Artemia* (Eds. Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O. and Jaspers, E.) 79-96. Universa Press, Wetteren.

Mayer, R. (2002) Morphological and biometery of three populations of *Artemia* from the Dominican Republic and Puerto Rico. Hydrobiologia 486: 29-38.

Mayr, E. and Ashlock, P. D. (1991) Taxonomic characters. In: Principles of systematic zoology (Eds. Mayr, E. and Ashlock, P. D.) 30-37. Mc Graw Hill, New York.

Piccinelli, M. and Prosdocimi, T. (1968) Descrizionet assonomicadelle due spesies *Artemia salina* L. *Artemia persimilis* N. sp. Istituto Lombardo, Accademia di Scienze e Letter, Rendiconti B. 102: 113-118.

Pilla, E. J. S. (1992) Genetic differentiation and speciation in Old World *Artemia*. PhD Thesis, University College of Swansea, Wales, UK.

Safi, Z., Nadimi, A. and Yazdanian, M. (2017) Taxonomic Study of Bee Family Halictidae (Hymenoptera: Apoidea) in Gorgan County. Taxonomy and Biosystematics 9(30): 51-70.

Saygi, Y. B. and Demirkalp, F. Y. (2002) Effects of temperature on survival and growth of *Artemia* from Tuz Lake, Turkey. The Israeli Journal of Aquaculture- Bamidgeh 54(3): 125-133.

Saygi, Y. B. (2004) Characterization of parthenogenetic Artemia populations from Çamaltı (Izmir, Turkey) and Kalloni (Lesbos, Greece): Survival, growth, maturation, biometrics, fatty acid profiles and hatching characteristics. Hydrobiologia 527(1): 227-239.

Sorgeloos, P. (1980) The use of brine shrimp in aquaculture. In: The brine shrimp *Artemia*. vol. 3. Ecology, culturing, use in aquaculture (Eds. Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O. and Jaspers, E.) 25-46. Universa Press, Wetteren.

Torrentera, L. and Dodson, S. (1995) Morphological diversity of populations of *Artemia* (Branchiopoda) in Yucatan. Journal of Crustacean Biology 15: 86-102.

www.SID.ir

Archive of SID

Triantaphyllidis, G. V., Poulopoulou, K., Abatzopoulos, T. J., Perez, C. A. P. and Sorgeloos, P. (1995) International study on *Artemia* XLIX. Salinity effects on survival, maturity, growth, biometrics, reproductive, and life's pancharacteristics of bisexual and a parthenogenetic population of *Artemia*. Journal of Hydrobiologia 302: 215-227.

Triantaphyllidis, G. V., Abatzopoulos, T. J., Miasa, E. and Sorgeloos, P. (1996) International study on *Artemia* population from Namibia and Madagascar. Cytogenetics, biometry, hatching characteristics, and fatty acid profiles. Journal of Hydrobiologia 335: 97-106.

Triantaphyllidis, G. V., Criel G. R. J., Abatzopoulos, T. J. and Sorgeloos, P. (1997a) International study on *Artemia*. LIII. Morphological study of *Artemia* withemphasis to Old Worldstrains. I. Bisexual populations. Journal of Hydrobiologia 357: 139-153.

Triantaphyllidis, G. V., Criel, G. R. J., Abatzopoulos, T. J. and Sorgeloos, P. (1997b) International study on *Artemia*. LIV. Morphological study of *Artemia* withemphasis to Old World strains. II. Parthenogenetic populations. Journal of Hydrobiologia 357: 155-163.

Triantaphyllidis, G. V., Abatzopolous, T. J. and Sorgeloos, P. (1998) Review of the biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea: Anostraca). Journal of Biogeography 25: 213-226.

Van Stappen, G. (2002) Zoogeography. In: *Artemia*: basic and applied biology (Eds. Abatzopoulos, T. J., Beadmore, J. A., Clegg, J. S. and Sorgeloos, P.) 171-224. Springer, Dordrecht.

Verrill, A. E. (1869) Contributions to zoology from the Museum of Yale College. III. Descriptions of some new America Phyllopod Crustacea. The American Journal of Science and Art 142: 244-254.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir