

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

تجزیه و تحلیل جمعیتی تعدادی از آرتمیای بکرزای ترکیه و ایران با استفاده از شاخص های بیومتریک

رامین مناف فر^{۱*}، راضیه عبدیل زاده^۲، طاهره اکبری المه جوق^۳، آرمین اسکندری^۴، سهیلا ابراهیمی^۵، یاسمین سایقی^۶

^۱ استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

^۲ دانشجوی دکتری بیوسیستماتیک، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد زیست فناوری دریا، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

^۴ دانشجوی دکتری هیدروبیولوژی، دانشگاه حاجت تپه، آنکارا، ترکیه

^۵ استادیار گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

^۶ استادیار گروه زیست شناسی، دانشگاه حاجت تپه، آنکارا، ترکیه

چکیده

آرتمیا سخت پوست کوچکی است که نه تنها اهمیت زیادی در صنعت آبی پروری دارد، مدل پژوهشی مناسبی برای زیست شناسان است. به علت پراکندگی بسیار زیاد، سطوح پلئیدی و تنوع های ریخت سنجی و فیزیولوژیک یافت شده بین جمعیت های بکرزای آرتمیا، تاکنون ارتباط فیلوژنتیک این جمعیت ها به طور دقیق کشف نشده است. اهمیت زیاد صفت های ریخت سنجی در تاکسونومی آرتمیا سبب شد صفت های ریخت سنجی یازده جمعیت مختلف آرتمیا شامل هفت جمعیت بکرزا از ترکیه و چهار جمعیت از ایران بررسی شوند. بیشتر جمعیت های ترکیه برای نخستین بار در دنیا طی مطالعه حاضر بررسی شدند؛ به این منظور، آرتمیای بالغ پرورش یافته در شرایط بهینه آزمایشگاهی از نظر ۱۱ صفت و با تجزیه و تحلیل های آماری مقایسه شدند. نتایج پژوهش حاضر نشان دادند صفت های چشم مرکب، طول ناحیه شکمی، عرض سر، طول تلسون و تعداد خارهای چپ و راست نقش مهم تری در جدایی جمعیتی دارند و برخی از این صفت ها در رده بندی جمعیت های آرتمیا ارزش بیشتری دارند. آزمون آماری تحلیل ممیزی (Discriminant Analysis) نشان داد با استفاده از صفت های ریخت سنجی، سه گروه برای آرتمیای بکرزای مطالعه شده در نظر گرفته می شود.

واژه های کلیدی: رده بندی آرتمیا، آرتمیای بکرزا، آرتمیای ایران، آرتمیای ترکیه، ریخت سنجی.

مقدمه

به جز قطب شمال دیده می شود (*Triantaphyllidis et*)

(*al.*, 1998; Van Stappen, 2002). این ژئوپلاتکتون

نه تنها مدل پژوهشی مناسبی برای زیست شناسان است

(*Gajardo et al.*, 2002)، جایگاه بسیار مهمی به عنوان

آرتمیا یا میگوی آب شور (Brine Shrimp)

Artemia سخت پوست کوچکی از زیرشاخه

سخت پوستان است که در بخش های مختلف جهان

* raminmanaffar@gmail.com

ریخت‌شناسی دو جمعیت بکرزا در نامیبیا و ماداگاسکار، ارتباط مستقیم میزان پلوئیدی و اندازه آرمیا را نشان می‌دهند؛ به طوری که 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 آرمیا نیز اهمیت ویژه‌ای دارد و پژوهشگران با توجه به صفت‌های ریخت‌شناسی جمعیت آرمیاهای ماده در آمریکا موفق به شناسایی دو گونه شدند (Hontoria and Amat, 1992). انجام این آزمایش روی پانزده جمعیت آرمیای بکرزا توانست آنها را در پنج گروه اصلی دسته‌بندی کند. در مطالعه ریخت‌شناسی دیگری که در زمینه یک جمعیت دوجنسی و پنج جمعیت بکرزا از بخش‌های مختلف ایران انجام شد، تفاوت معناداری از نظر 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 مقایسه دو جمعیت آرمیای بکرزای دریاچه ارومیه و تفکیک آنها از شاخص‌های ریخت‌شناسی استفاده کردند.

با وجود نزدیکی دو اقلیم منحصربه‌فرد آرمیاهای ایران و ترکیه و احتمال نزدیکی جمعیتی آنها، تاکنون هیچ گزارش جامعی درباره ویژگی‌های جمعیتی آرمیاهای ترکیه در مقایسه با جمعیت‌های ایران ارائه نشده است؛ تنها گزارش موجود درباره حضور آرمیای پارتونوز در دو ایستگاه مطالعه‌شده را اعضای گروه پژوهش حاضر پیش از این ارائه کرده‌اند (Basbug and

غذای زنده در صنعت آبی‌پروری دارد (Sorgeloos *et al.*, 1980). آرمیا جانور منحصربه‌فردی با قدرت تحمل شوری بسیار زیاد (تا ۳۰۰ گرم نمک در لیتر) است (Browne, 1992) و گونه‌های همسان و زیرگونه‌هایی دارد که به واسطه جدایی تولیدمثلی از یکدیگر متمایز می‌شوند (Browne, 1991). اگرچه بیشتر پژوهشگران بر این باورند که جنس آرمیا 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 آرمیا نسبت به شرایط زیستی مختلف و اهمیت اقتصادی آن سبب شده است پراکندگی این موجود دائماً در حال گسترش باشد و با کشف زیستگاه‌های جدید به ویژه در آسیای مرکزی، چین و منطقه خاورمیانه همچنان بر تعداد جمعیت‌های جغرافیایی آن افزوده شود (Van Stappen, 2002). آرمیا با توجه به شیوه‌های تولیدمثلی به دو گروه جمعیت‌های دوجنسی و بکرزا تقسیم می‌شود. هشت گونه آرمیا 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 آرمیای بکرزا گزارش می‌شوند. پژوهش‌های مختلف در زمینه جمعیت‌های بکرزای مدیترانه غربی نشان می‌دهند سطح پلوئیدی بر ریخت‌شناسی آرمیا مؤثر است (Amat, 1980; Hontoria and Amat, 1992).

از تبخیر آب و تغییر شوری، هریک از ظرف ها با پتری دیش های پلاستیکی دارای دو سوراخ (یکی برای هوادهی و یکی برای غذادهی) پوشانده شدند (Boone and Baas-Becking, 1931).

بیومتری: پس از بلوغ آرتمیایا در روز پانزدهم، تعداد ۵۰ آرتمیای بالغ از هر جمعیت در لوگل ۱ درصد تثبیت شدند. بلافاصله پس از اضافه کردن لوگل، بیومتری با لوپ زایس مجهز به بیومتر چشمی انجام شد (Triantaphyllidis, 1997a; 1997b). صفت های بیومتریک اندازه گیری شده در جدول (۲) و شکل (۱) نشان داده شده اند. جدایی جمعیت ها با پیش آزمون تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی (PCA Principle Component Analysis) تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری: داده های بررسی های ریخت سنجی به شکل خطای استاندارد میانگین گزارش شدند. به منظور مقایسه میانگین داده ها از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و متعاقب آن از آزمون توکی (Tukey) استفاده شد. به منظور حذف تأثیر دما و ترکیب یونی بر یک جمعیت خاص، شاخص های متریک محاسبه شده ابتدا بر طول کلی بدن تقسیم و سپس با یکدیگر مقایسه شدند. ابتدا تجزیه و تحلیل PCA بر اساس تمام عوامل بیومتریک جمعیت های آرتمیا انجام شد و صفت های تأثیرگذار برای جدایی جمعیتی با ارزش بیشتر شناسایی شدند؛ سپس این صفت ها برای تجزیه و تحلیل نهایی (DA Discriminant Analysis) بر اساس دو مؤلفه استفاده شدند. تمام محاسبه های آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شدند.

Demirkalp, 1997; Saygi and Demirkalp, 2002; Saygi, 2004)؛ از این رو، پژوهش حاضر سعی دارد به طور جامع جمعیت های آرتمیای ترکیه را بررسی و سپس مؤثرترین ویژگی های ریخت سنجی آنها را با تعدادی از جمعیت های آرتمیای پارتنوژنز ایران مقایسه کند.

مواد و روش ها

تفریح سیست و پرورش آرتمیا: سیست

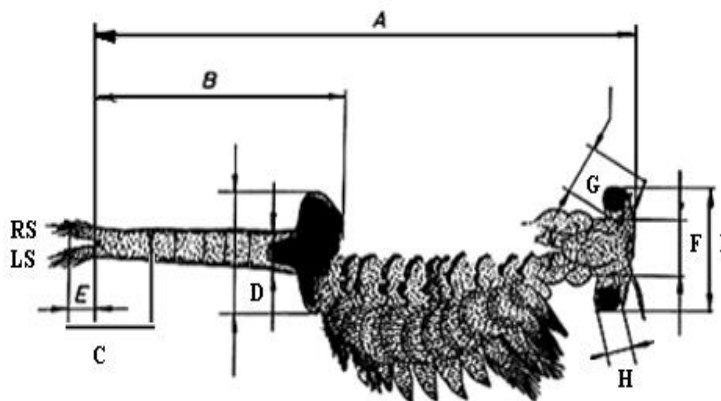
جمعیت های آرتمیای ایران از بانک سیست پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبی دانشگاه ارومیه تهیه و سیست جمعیت های ترکیه به طور مستقیم از سایت های مشخص شده در جدول (۱) نمونه برداری شد. سیست های هر یازده ایستگاه در شرایط آزمایشگاهی استاندارد (نور ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ لوکس، دمای 27 ± 1 درجه سانتی گراد، اسیدیته 8 ± 1 ، هوادهی کافی و شوری ۳۵ گرم در لیتر) در آب رقیق شده دریاچه ارومیه تخم گشایی شدند (Lavens and Sorgeloos, 1996). ناپلی آرتمیا در تراکم ۱ لارو در هر ۲ میلی لیتر آب شور ۸۰ گرم در لیتر (شوری استاندارد برای پرورش تمام جمعیت های آرتمیا در دنیا) به مدت ۱۵ روز تا زمان بلوغ پرورش یافتند. میزان غذا طبق جدول غذادهی Coutteau و همکاران (۱۹۹۲) هر روز و به تعداد آرتمیایا محاسبه و غذادهی و پرورش انجام شد. غذای استفاده شده برای پرورش، ترکیبی از جلبک تک سلولی *Dunaliella tertiolecta* با غلظت 18×10^6 سلول بر میلی لیتر و مخمر نانوائی غنی شده با اسیدچرب (w3) بود. پرورش داخل ظرف های ۱/۵ لیتری قرار گرفته در آکواریومی با دمای آب 27 ± 1 درجه سانتی گراد و در چهار تکرار برای هر تیمار انجام شد. به منظور ممانعت

جدول ۱- ویژگی‌های جغرافیایی ایستگاه‌های ترکیه و ایران

| نام | موقعیت جغرافیایی |
|--|---------------------------------|
| Turkey-Acı Göl(Alkim) | 37° 51' 47.10"N 29° 50' 33.84"E |
| Turkey-Çamaltı | 38° 27' 21.48"N 26° 55' 47.66"E |
| Turkey-Ayvalık | 39° 15' 1.44"N 26° 43' 59.40"E |
| Turkey-Bolluk Gölü | 36° 42' 66.66"N 49° 45' 08"E |
| Turkey-Tuz Gölü | 36° 42' 94.91"N 55° 22' 19"E |
| Turkey-Meke | 37° 41' 27"N 33° 38' 33.44"E |
| Turkey-Tersakan Gölü | 36° 42' 75.60"N 55° 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 | 37° 43' 46"N 45° 14' 31"E |

جدول ۲- ویژگی‌های مهم بیومتریکی در آرتمیا

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



شکل ۱- ویژگی‌های بیومتریکی در آرتمیا

نتایج

نتایج پژوهش حاضر نشان دادند کمترین طول ناحیه شکمی، طول تلسون ($p < 0.05$)، عرض سر، فاصله چشم‌ها، قطر چشم و عرض رحم به جمعیت آرتمیای قم تعلق دارد. بیشترین طول فورکا ($p < 0.05$) در بین جمعیت‌های مطالعه شده به جمعیت آرتمیای قم متعلق بود و تفاوت معناداری با سایر جمعیت‌ها داشت؛ تمام جمعیت‌ها به جز آرتمیای قم در طول فورکا تفاوت در خور 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 ($p < 0.05$)، فاصله چشم و عرض رحم را داشت و بیشترین میزان عرض سر در نمونه 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. از نظر فاصله چشم‌های مرکب، جمعیت Ayvalik نه تنها فاصله چشم زیادی داشت، بیشترین قطر چشم را نیز به خود اختصاص داده بود. نتایج بیومتری صفتهای مهم آرتمیا در جدول (۳) آورده شده‌اند.

نتایج تجزیه و تحلیل 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 مطالعه شده در پژوهش حاضر را می‌توان از نظر طول شاخک، عرض رحم و طول تلسون در دو گروه قرار داد و از نظر طول فورکا، در چهار گروه مجزا دسته‌بندی کرد (جدول ۴).

در پژوهش حاضر، ابتدا با پیش‌آزمون PCA چشم مرکب، طول ناحیه 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 بررسی شده به سه گروه مجزا دسته‌بندی شدند. این سه دسته بر اساس شماره‌گذاری انجام شده در شکل (۲) شامل جمعیت‌های ۳-۵-۶، ۱-۸-۹ و ۲-۴-۷-۱۰-۱۱ بودند که بر اساس مؤلفه اول جدایی بیشتری را نشان دادند.

جدول ۳- نتایج بیومتری شاخص‌های مهم آرتیمیا

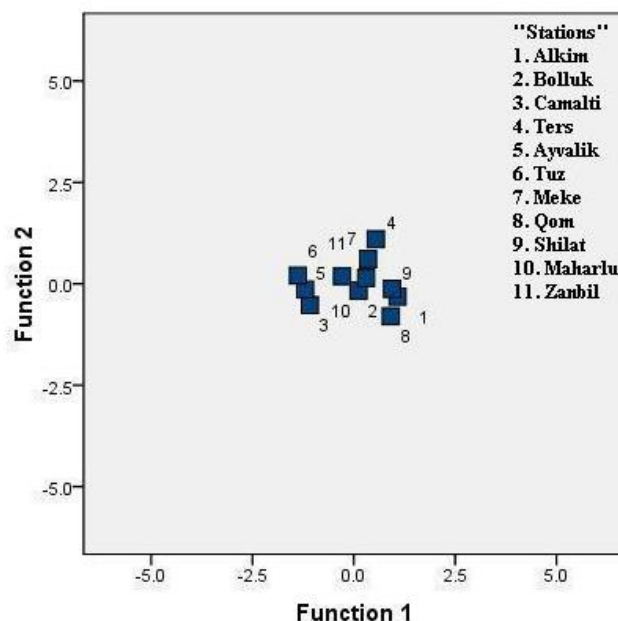
| SHILAT | QOM | ZANBIL | MAHARLU | TUZ | TERS | MEKE | CAMALTI | AYVALIK | BOLLUK | ALKIM | طول کل بدن |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|----------------------|
| ۸/۳۷±۰/۷۴ | ۹/۳۲±۱/۸۳ | ۹/۱۷±۰/۷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

*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 کل بدن | طول فورکا | طول تلسون | عرض رحم | طول شکم | قطر چشم مرکب | فاصله چشم‌ها | عرض سر | طول شاخک |
|------------|-----------|-----------|---------|---------|--------------|--------------|--------|----------|
| ALKIM | Abc | ab | ab | A | a | a | a | ab |
| BOLLUK | Bcd | ab | ab | A | a | a | a | b |
| CAMALTI | Bcd | a | a | A | a | a | a | a |
| TERS | Bcd | ab | ab | A | a | a | a | ab |
| AYVALIK | Bcd | a | ab | A | a | a | a | ab |
| TUZ | E | a | a | A | a | a | a | ab |
| MEKE | Abcd | ab | a | A | a | a | a | ab |
| QOM | A | b | b | A | a | a | a | ab |
| SHILAT | Ab | ab | ab | A | a | a | a | a |
| MAHARLU | De | ab | a | A | a | a | a | ab |
| ZANBIL | Cde | a | ab | A | a | a | a | a |

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



شکل ۲- تحلیل DA بر اساس صفت های ریخت سنجی نسبی. علامت ها مرکز توزیع نمونه های بیومتری شده هر جمعیت را نشان می دهند. در این نمودار، تابع ۱ شامل صفت های تعداد خارهای چپ و راست و تابع ۲ شامل قطر چشم مرکب، طول ناحیه شکمی، عرض سر و طول تلسون است که بیشترین نقش را در جدایی داشته اند.

بحث

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 جمعیت های بکرزا از جمعیت های دوجنسی اسپانیایی محسوب می شود. Hontoria و Amat (۱۹۹۲) استفاده از تحلیل ممیزی (DA) و روش صفت های بیومتریک نسبی را برای نخستین بار ارائه کردند.

در مطالعه حاضر نیز برای حذف شرایط ویژه پرورش که ممکن است برای جمعیتی بهینه و برای جمعیت دیگر غیربهینه باشد، از روش بررسی صفت های ریخت سنجی به طور نسبی استفاده شد. استدلال بر این پایه قرار داده شد که اگر صفت هایی کاملاً ژنتیکی باشند و ریشه اکولوژیک نداشته باشند، نباید در یک نسل تغییر کنند؛ به این ترتیب، اگر حتی شرایط پرورش موجب شود موجود نتواند تا اندازه

صفت های ریخت سنجی یکی از مهم ترین صفت های تاکسونومیک هستند (Mayr and Ashlock, 1991) که از آنها در بیشتر مطالعه های تکاملی برای تمایز استفاده می شود. استفاده از صفت های ریخت سنجی روشی اصلی برای توصیف جمعیت ها و گونه های آرتمیا به شمار می آید؛ هرچند در زمینه انتخاب و استفاده از بهترین ویژگی اختلاف هایی وجود دارد (Gajardo, 1998; Baxevanis, 2005). برخی صفت ها از نظر ریخت شناسی اهمیت ویژه ای در رده بندی آرتمیا دارند. در پژوهش Mayer (۲۰۰۲)، کیسه تخمی ماده مفیدترین ویژگی ریخت شناسی برای تشخیص دو جمعیت آرتمیا از Dominican Republic و یک جمعیت از Dominican Republic گزارش و نشان داده شد شکل عمومی و ساختار کیسه تخمی جمعیت های مطالعه شده کاملاً متفاوت است و برای تشخیص استفاده می شود.

جمعیتی دارند. پیش از مطالعه 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 اندازه 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، فاصله بین چشم‌ها، عرض سر، طول نخستین آنتن، عرض کیسه 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 در نتیجه، 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 صفات‌های ریخت‌شناسی سریع‌تر از سایر صفات‌ها به تغییرات محیطی پاسخ می‌دهند و دستخوش تغییر می‌شوند؛ بنابراین در بررسی جدایی جمعیت‌های آرتمیا بهتر است از صفات‌هایی استفاده شود که ریشه ژنتیکی ثابت‌تری دارند و به‌سادگی دستخوش تأثیر محیط نمی‌شوند؛ به این ترتیب، جمعیت‌های مطالعه‌شده با اختلاف‌های ریشه‌ای قوی‌تر از هم تشخیص داده می‌شوند.

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). تجزیه و تحلیل آماری انجام‌شده روی صفت‌های بیومتریکی به شکل مستقیم اختلاف‌های آماری بسیاری را بین جمعیت آرتمیا مطالعه‌شده نشان داد؛ با وجود این، بسیاری از اختلاف‌های آماری پس از 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 ریشه جمعیتی ندارند و ژنتیکی نیستند (Espahbodi et al., 2008).

آزمون PCA انجام‌شده روی صفت‌های بیومتریکی نشان داد برخی از این صفات 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 بیومتریکی 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 ناحیه شکمی، عرض سر، طول تلسون و تعداد خارهای چپ و راست نقش مهم‌تری در جدایی

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 Abatzopoulos, 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).

- 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 Zoological 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 biometry 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) Descrizione tassonomica delle due specie *Artemia salina* L. *Artemia persimilis* N. sp. Istituto Lombardo, Accademia di Scienze e Lettere, *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 Yazdani, 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.

- Triantaphyllidis, G. V., Pouloupoulou, 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* with emphasis to Old World strains. 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* with emphasis 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.

