بررسی چرخه زندگی کوپه‌پود *Acartia tonsa* تحت تیمارهای دمایی و شوری مختلف آب حوزه جنوبی دریای خزر

ابوالقاسم روحی[1*]، رضا آذری[2]، مریم شاپوری[3]، مهدی نادری جلودار[4]

۱- استادیار موسسه تحقیقات شیلاتی کشور، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، پست الکترونیکی: roohi_ark@yahoo.com
۲- کارشناس ارشد گروه منابع طبیعی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، پست الکترونیکی: r_azari64@yahoo.com
۳- استادیار گروه منابع طبیعی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، پست الکترونیکی: m_shapoori@iausk.ac.ir
۴- استادیار موسسه تحقیقات شیلاتی کشور، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، پست الکترونیکی: naderi_j@yahoo.com

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۱

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۴، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

این مقاله به بررسی اثرات درجه حرارت و شوری آب در روند تراکم مراحل مختلف چرخه زندگی کوپه‌پود *Acartia tonsa* در دو تیمار شوری psu ۱± ۱۱ و ۱± ۱۲ (خطای استاندارد± میانگین) و دو تیمار درجه حرارت ۲±°C ۲۵ و ۲± ۲۳ پرداخته است. این بررسی نشان داد که در روزهای دهم تا دوازدهم کشت، حدود ۳۹-۲۴ درصد نمونه‌ها مرحله کوپه‌پودیت را تکمیل کرده و وارد مرحله بلوغ جنسی خواهند شد. در روز ۱۶ از کشت حدود ۶۸ درصد از نوزادان اولیه به بلوغ جنسی کامل رسیده و قادر به تخم‌ریزی شدند. در سری دوم از آزمایش‌ها که کشت *A. tonsa* با دمای ۱±°C ۲۱ و شوری psu ۱± ۱۱ انجام شد، مدت زمان تکمیل از مرحله ناپلیوسی به مرحله بالغ حدود ۱۵ روز بوده است. به طوری‌که حدود ۵۷/۵ درصد از نوزادان (ناپلیوس) به مرحله I و II کوپه‌پودیت و حدود ۴۵-۳۵ درصد طی ۱۱-۸ روز به *Acartia* بالغ تبدیل شدند و در طی روز پانزدهم شروع به تخم‌ریزی در هر شبانه‌روز نمودند. بنابراین بهترین دما و شوری رشد *A. tonsa* در آب دریای خزر در شرایط آزمایشگاهی در دمای°C۲۵ و شوری ۱۲psu است.

کلمات کلیدی: *زئوپلانکتون، کوپه‌پودا، Acartia tonsa، تولید مثل، دریای خزر.*

۱. مقدمه

دریای خزر بزرگترین دریاچه جهان است که مساحت آن ۴۲۴,۲۰۰ کیلومتر مربع با حجم آبی ۷۸۱۰۰ کیلومتر مکعب، طول ۱۰۳۰ کیلومتر، عرض ۴۳۵ کیلومتر و حداکثر عمق ۱۰۲۵ متر است. یکی از مهمترین ویژگی‌های دریای خزر تنوع گونه‌ای و شرایط فیزیکی- شیمیایی آن است (Roohi et al., 2010). شوری، در قسمت‌های مختلف آن متفاوت است به طوری‌که از آب کاملاً شیرین در ورودی رودهای بزرگ مانند دهانه ولگا تا psu ۱۳ در بخش جنوبی متغیر است (Kosarev and Yablonskaya, 1994). گونه *Acartia tonsa* دریای خزر از گروه پاروپایان (Copepods) پلاژیک و از راسته Calanoid است که در سراسر جهان (اقیانوس

اطلس، هند، آرام، آزوف، بالتیک، دریای سیاه، دریای خزر و مناطق مدیترانه‌ای) پراکنش دارد. این گروه از زئوپلانکتون‌ها دارای دامنه تحمل شوری و درجه حرارات وسیع بوده و دامنه شوری psu ۳۸-۱ و دمای ۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کنند (Mauchline, 1998).

در طبیعت کوپه پودا به عنوان غذای مناسب دارای اهمیت زیادی برای تغذیه لارو ماهیان دریایی هستند. مطالعات زیادی در سطح آزمایشگاهی روی کالانوئیدها با توجه به فراوانی بالای آن‌ها در طبیعت و شناسایی سریع بالغین صورت گرفته است (Stottrup, 2000). کوپه‌پودا با ۵۲-۴۲ درصد اسیدهای آمینه چرب غیراشباع، آنزیم‌های گوارشی، کاروتنوئیدها و ویتامین C دارای ارزش غذائی بالایی هستند (Mauchline, 1998). ثابت شده است که لارو ماهیان تغذیه شده با کوپه‌پودها به تنهایی یا به صورت ترکیب با سایر غذاهای زنده دارای بیشترین بقاء، رشد و بازماندگی بوده‌اند. همچین از تمامی چرخه زندگی کوپه‌پودها اعم از مرحله نوزادی، کوپه‌پودیت و بالغ می‌توان به عنوان غذای زنده در پرورش آبزیان استفاده نمود (Wilcox et al., 2002). دما و شوری نقش اساسی در زندگی کوپه‌پودها دارند، اما توانایی آن‌ها برای انطباق با درجه حرارت‌های فراتر از محدوده طبیعی خود نیز، قابل توجه است. گونه‌های دارای بیشترین میزان تحمل شوری و دما مانند *A. tonsa* گونه‌هایی هستند که اغلب در مناطق ساحلی زیست نموده و در مقایسه با گونه‌های اقیانوسی، نسبت به شوری و دما تحمل بالاتری دارند (Mauchline, 1998). به‌همین‌خاطر این گونه برای کشت مورد نظر قرار گرفته است، زیرا که در محیط کشت، بهتر و زودتر چرخه زندگی خود را تکمیل می‌کند (Stottrup, 2000).

در مطالعه حاضر جهت بررسی چرخه زندگی رشد کوپه‌پودا در آزمایشگاه از گونه *A. tonsa* دریای خزر استفاده گردید. این گونه از سال ۱۹۸۲ به دریای خزر راه یافت و از سال ۱۹۸۳ رشد انبوهی یافت و در حال حاضر بین پلانکتون‌های دریای خزر وجود دارد که پیش از این *Acartia clausi* نامیده می‌شده است (Kurashova and Abdullaeva, 1984). موجودات بالغ این گونه تقریباً دارای طول ۱/۵ میلی‌متر و نسل اول آن‌ها (N1) که ناپلیوس‌ها هستند تقریباً ۷۰ میکرومتر طول دارند. تخم *Acartia* کروی و دارای قطر ۸۰-۷۰ میکرومتر است که توسط خارهای ریزی پوشیده شده و اندکی از آب دریا سنگین‌تر هستند. در دمای ۲۵°C تخم‌ها در عرض ۴۸ ساعت به ناپلیوس‌ها تفریخ می‌شوند. ناپلیوس‌ها بعد از شش مرحله (N6 تا N1) وارد مرحله کوپه‌پودیت شده و بعد از طی شش مرحله دیگر (C6 تا C1) به موجودات بالغ (C6) تبدیل می‌شوند.

لذا در این مطالعه به منظور ایجاد تنوع در مجموعه غذای زنده و با توجه به اهمیت نقش دما و شوری در دوره پرورش و هزینه های مربوط به آن‌ها، تاثیر سطوح دمایی و شوری مختلف روی رشد چرخه زندگی و نیز بقاء و درصد رهاسازی تخم برای دستیابی به مناسب‌ترین شرایط کشت کالانوئید *A. tonsa* مد نظر قرار گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

جهت نمونه‌برداری از گونه *Acartia tonsa*، منطقه امیرآباد به دلیل سهولت دستیابی به تراکم مناسب نمونه و نزدیکی به آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی دریای خزر- ساری انتخاب گردید (شکل ۱).

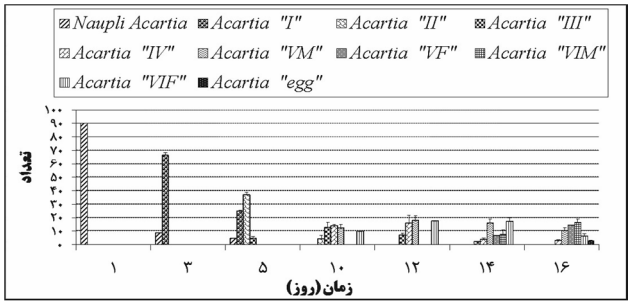
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌برداری زئوپلانکتون در حوزه جنوبی دریای خزر

موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه GPS تعیین شد که طول جغرافیایی منطقه نمونه‌برداری ″۴۶۵ ′۲۲ °۵۳ و عرض جغرافیایی آن ″۳۴۱ ′۵۲ °۳۶ بود. نمونه‌ها توسط تور مخروطی زئوپلانکتون (۱۰۰ میکرون) با قطر دهانه ۳۶ سانتی‌متر از اعماقی که بیشترین حضور این گونه را داشتند (۵ و ۱۵ متر) جمع‌آوری گردید. پس از اتمام نمونه‌برداری و انتقال به آزمایشگاه، ابتدا نمونه‌ها را در محل ذخیره سازی در شرایط دمای محیط آزمایشگاه قرار داده و سپس در زیر میکروسکوپ میزان مشخصی از نمونه‌ها برای کشت جداسازی گردیدند. برای

کشت *A. tonsa* ابتدا کشت با غلظت مناسبی از جلبک کلرلا (*Chlorella vulgaris*) انجام شد (حدود ۱۰۶×۳۶ جلبک در سی سی) و برای تغذیه *A. tonsa* از این جلبک هر سه روز به میزان ۱۰-۷ سی‌سی استفاده گردید. تعداد ۳ عدد آکواریوم به حجم ۱۵ لیتر با آب دریای خزر با شوری ۱۲/۵ psu و دمای ۲۵°C و ۳ عدد ارلن مایر ۲۵۰ سی‌سی با شوری ۱± psu ۱۱ و دمای ۲°C ±۲۱ برای این منظور طراحی شد که در هریک از آن‌ها هوادهی به‌صورت مستمر صورت گرفت و با ترکیب متفاوتی از گونه *A. tonsa* شامل مراحل ناپلیوس و کوپه پودیت آماده شد. درگروه اول از آزمایش‌ها، کشت *A. tonsa* با دمای ۱°C± ۲۵ و شوری ۰/۵± psu ۱۲ انجام شد. در آکواریوم‌های ۱۵ لیتری با ۹۰ عدد از *A. tonsa* مرحله سه ناپلیوسی آغاز گردید و در سری دوم از آزمایش‌ها، کشت *A. tonsa* با دمای ۱°C± ۲۱ و شوری ۱± psu ۱۱انجام شد. ترکیب اولیه کشت به‌صورت: مرحله II ناپلیوسی *A. tonsa* به میزان ۹ درصد، مرحله III ناپلیوسی به میزان ۷۸ درصد، مراحل کوپه‌پودیت شامل *A. tonsa* I به میزان ۱۱٪ و *A. tonsa* II به میزان ۲٪ بود. سپس هر ۳ تا ۵ روز یک‌بار حجم مشخصی از نمونه کشت داده شده، جهت شمارش زیر میکروسکوپ مورد ارزیابی قرار گرفت. اطلاعات مربوط به کشت مراحل مختلف زندگی *Acartia* در تیمارها و تکرارهای مختلف، ابتدا در نرم افزار Excell به‌صورت بانک اطلاعاتی ثبت شد و سپس توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ پردازش گردید. برای بررسی و مطالعه تراکم مراحل مختلف زندگی *Acartia* میانگین ($\bar{A}$) و خطای معیار (SE) (خطای استاندارد± میانگین) نمونه‌ها تحت آزمون دانکن و تحت آزمون F محاسبه شد و مورد مقایسه قرار گرفت. همین‌طور جهت بررسی مقایسه میانگین‌ها و اختلاف تراکم مراحل رشدی *Acartia* در تیمارهای مختلف از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن استفاده گردید.

۳. نتایج

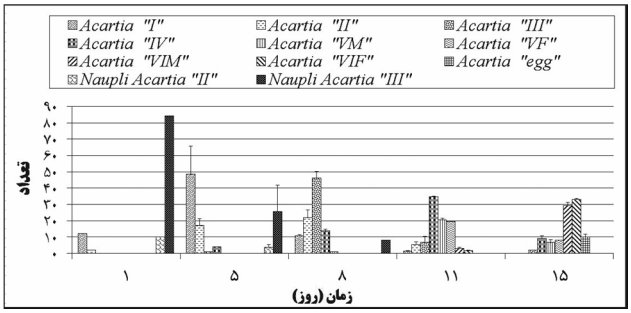
در این مطالعه، رشد مراحل تخم، ناپلیوسی، کوپه‌پودیت و بالغ گونه *Acartia tonsa* در بین تیمارهای مختلف مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. نتایج هر دو سری از آزمایش‌ها که در ظروف ۱۵ لیتری و ۲۵۰ سی‌سی صورت گرفت، نشان داد که *A. tonsa* در طی ۱۶-۱۵ روز از مرحله ناپلیوسی به مرحله بالغ تبدیل می‌شود. در تیمار کشت *A. tonsa* با دمای ۱°C± ۲۵ و شوری psu ۰/۵± ۱۲، نتایج نشان داد که دو روز بعد از شروع آزمایش، حدود ۷۷/۸٪ از نمونه‌های *Acartia* از مرحله ۳ ناپلیوسی به کوپه‌پودیت یک (*Acartia tonsa* I) رشد نمودند، اگرچه حدود ۱۱/۱٪ از نمونه‌ها در همان مرحله ۳ باقی ماندند. در این مرحله ۱۲٪ از نمونه‌ها از جمعیت کشت حذف گردیدند. همچنین مشخص شد که در این آکواریوم‌ها موجود طی ۱۳ روز از مرحله I کوپه‌پودیت به موجود بالغ *Acartia* تبدیل می‌شود. به طوری‌که در روز پنجم آزمایش حدود ۵۲/۹٪ ناپلیوس‌ها به مرحله II کوپه-پودیت و حدود ۳۰/۸٪ به مرحله III کوپه‌پودیت *Acartia* تبدیل می‌شوند. بررسی ادامه روند توسعه چرخه زندگی *Acartia* نشان داد که در روزهای دهم تا دوازدهم کشت حدود ۳۹-۲۴ درصد نمونه‌ها مرحله کوپه‌پودیت را تکمیل کرده و وارد مرحله بلوغ جنسی خواهند شد. در روز چهاردهم از دوره کشت حدود ۵۰ درصد از ناپلیوس‌های اولیه به مرحله بلوغ جنسی یعنی مرحله پنجم نر و ماده رسیده و در روز ۱۶ از کشت حدود ۶۸٪ از نوزادان اولیه به بلوغ جنسی کامل رسیده و قادر به تخم‌ریزی شدند، که به‌طور متوسط ۴-۳ تخم در طی یک شبانه روز تولید نمودند (شکل ۲). بررسی چرخه تکاملی *Acartia* در آکواریوم-های مختلف در دمای ۲۵°C و شوری ۱۲/۵ psu نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تراکم مراحل رشد کوپه‌پود گونه *A. tonsa* وجود ندارد (P>۰/۰۵).



شکل ۲: مقایسه مراحل رشد *Acartia tonsa* در دمای ۲۵°C و شوری ۱۲/۵ psu (آنتنک‌ها = خطای استاندارد)

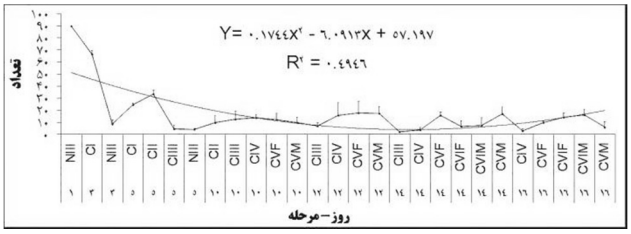
در تیمار کشت *A. tonsa* با دمای ۱°C± ۲۱ و شوری ۱± psu ۱۱ نتایج نشان داد که مدت زمان دوره تکمیل چرخه زندگی این گونه از مرحله ناپلیوسی به مرحله بالغ حدود ۱۵ روز بوده است. به طوری‌که بعد از گذشت ۵ روز حدود ۵۷/۵ درصد از نوزادان (ناپلیوس) به مرحله I و II کوپه‌پودیت تبدیل شدند. همچنین حدود ۴۵-۳۵ درصد از این موجودات طی روزهای ۱۱-۸ چرخه زندگی کوپه‌پودیت را تکمیل کرده و در طی ۱۵ روز به

موجودات بالغ *Acartia* تبدیل شدند. به طوری‌که پس از گذشت ۱۵-۱۱ روز موجود وارد مرحله بلوغ جنسی (*A. tonsa* نر یا ماده) شده و در روز پانزدهم در زیر میکروسکوپ قادر به شناسایی مرحله رسیدگی جنسی کامل یعنی مرحله شش (VI) نر یا ماده خواهیم بود. در طی روز پانزدهم موجود بالغ شروع به تخم‌ریزی کرده به طوری‌که بین ۱۲-۸ عدد تخم در هر شبانه روز مشاهده گردید (شکل ۳). بررسی چرخه تکاملی *Acartia* در ظروف ۲۵۰ سی‌سی در تکرارهای مختلف در دمای ۱±۲۱ °C و شوری ۱± ۱۱ psu نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تراکم مراحل رشدی کوپه‌پود گونه *A. tonsa* وجود ندارد (P>۰/۰۵).



شکل ۳: مقایسه مراحل رشد *Acartia tonsa* در دمای ۱±۲۱ °C و شوری ۱± ۱۱ psu (آنتنک‌ها = خطای استاندارد)

همچنین مقایسه رگرسیون روند رشد مراحل مختلف *A. tonsa* در شوری ۱۲/۵ psu و دمای ۱±۲۵ °C و نیز شوری ۱± ۱۱ psu و ۱±۲۲ °C نشان داد که این جانور در شوری ۱۲/۵ psu و دمای ۲۵ °C بهتر رشد می‌کند (R^2=۰/۴۹) (شکل ۴).



شکل ۴: مراحل رشد *Acartia tonsa* در شوری ۱± ۱۲ psu و دمای ۱±۲۵ °C

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی‌های زئوپلانکتونی که در حوزه جنوبی دریای خزر صورت گرفته است، در مجموع ۳۹ گونه شناسایی شده که بیشترین تنوع در گروه Cladocera و Copepoda بوده است. یکی از گونه‌هایی که بیشترین فراوانی را در آب‌های حوزه جنوبی دریای خزر داشته، *Acartia tonsa* بوده که با توجه به تحقیقات پیشین، بیشترین میزان تراکم آن در اعماق ۵ و ۱۰ متری گزارش شده است (فاطمی و همکاران، ۱۳۹۲ و Roohi et al., 2010). به طوری‌که فراوانی این گونه در عمق ۵ متر و ۱۰ متر (به ترتیب ۳۵۲۱۵ و ۵۲۳۰ نمونه در متر مکعب و زی‌توده ۲۱۳/۸ و ۳۴/۳ میلی‌گرم در مترمکعب) بیش از ۷/۵ برابر اعماق ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر بوده است. در آزمایش‌های صورت گرفته با تیمارها و تکرارهای مختلف، *A. tonsa* بیشترین رشد را در طی مراحل ابتدایی زندگی یعنی اولین مرحله کوپه‌پودیت (CI) آغاز می‌کند. سپس با نوسان‌های تغذیه‌ای چرخه زندگی خود را تکمیل می‌نماید. زمان تولید مثل به عنوان زمان بین تفریخ شدن نوزاد تعیین می‌شود که از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت است و به‌طور مستقیم به درجه حرارت وابسته است. در کالانوئیدهای پرورش داده شده در درجه حرارت‌های متفاوت، زمان تولید مثل از یک هفته در گونه *A. sinjiensis* و ۶-۵ روز در دمای ۳۰-۲۸ °C و ۷ روز در دمای ۲۵ °C تا ماه‌ها برای گونه *A. tonsa* متفاوت است (Payne and Rippingale, 2000; Holste and Peck, 2005). در تحقیق حاضر، حداکثر زمان تفریخ شدن نوزادان تا تخم-ریزی بالغین ماده ۱۶-۱۵ روز بوده که تقریبا ۲-۱/۵ برابر مطالعه‌های پیشین بوده است. تعداد تخم‌های به‌دست آمده از *A. tonsa* در شرایط طبیعی بسیار بیشتر از داده‌های به‌دست آمده در شرایط آزمایشگاهی با آب دریای خزر که حدوداً ۱۲-۴ عدد تخم در روز است، می‌باشد. در مطالعات آزمایشگاهی که روی گونه *A. tonsa* آب‌های دریای بالتیک در دمای بین ۵ تا ۳۴ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت نشان داد که این موجودات در طی ۵-۴ روز تفریخ شده و تخم‌ریزی می‌کنند و همین‌طور بیشترین میزان تخم‌ریزی در دمای ۲۳-۲۲ °C می-باشد (۵۰-۴۶ عدد تخم در جنس ماده در روز). همچنین این آزمایش‌ها، که در شوری بین psu ۰ تا ۳۴ صورت گرفت مشخص گردید که *A. tonsa* در شوری psu ۱۸ تا ۲۵ بیشترین میزان تخم‌ریزی را دارد (۸۴-۸۱ عدد تخم در جنس ماده در روز) (Holste and Peck, 2005).

اگرچه *A. tonsa* کاملاً با آب لب شور دریای خزر با شوری‌psu ۱۳-۱۲ سازگار شده است، ولی داده‌های به‌دست آمده در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که این گونه در شوری پایین‌تر (psu ۱۱) هم می‌تواند زنده مانده و تخم‌ریزی نماید.

به‌نظر می‌رسد که در شرایط آزمایشگاهی این گونه نتواند در شوری psu ۹ و یا پایین‌تر زاد و ولد نماید. داده‌های به‌دست آمده از درجه حرارت‌های مختلف در بررسی روند رشد *A. tonsa* نشان داد که این گونه می‌تواند در شرایط آزمایشگاهی در دمای بین ۲۵-۲۳°C به راحتی رشد و تخم‌ریزی نماید. به‌نظر می‌رسد که این گونه در تکمیل چرخه زندگی خود اختلاف معنی‌داری را در دو دمای ۲۲ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد نشان نمی‌دهد (شکل‌های ۳ و ۴).

تخم‌های کالانوئید *A. tonsa* تولید شده دارای قطر ۷۰ تا حدود ۸۰۰ میکرومتر هستند و به‌طور کلی بزرگتر از تخم‌هایی هستند که به‌صورت طبیعی تولید مثل شده‌اند، زیرا آن‌ها به ندرت به ۲۰۰ میکرومتر می‌رسند. اندازه ناپلی‌های تازه تفریخ شده نیز متنوع است. ناپلی‌های تازه تفریخ شده *A. tonsa* کمتر از ۱۰۰ میکرومتر طول دارند، در حالی‌که ناپلی‌های حاصل از تولید مثل طبیعی بزرگتر و حدود ۲۲۰ میکرومتر هستند (Payne and Rippingale, 2000). از این‌رو، کوپه‌پود *Acartia tonsa* می‌تواند به‌صورت غذای زنده جهت کشت و پرورش در نظر گرفته شود.

در مجموع می‌توان چنین نتیجه گرفت که داده‌های به‌دست آمده از درجه حرارت‌های مختلف در بررسی روند رشد *A. tonsa* نشان داد که این گونه می‌تواند در شرایط آزمایشگاهی در دمای ۲۵ °C به‌راحتی رشد کرده و تخم‌ریزی نماید. بر اساس نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، این گونه در تکمیل چرخه زندگی خود اختلاف معنی داری در شوری psu ۱± ۱۱ و ۱± ۱۲ نشان نمی‌دهد (P>۰/۰۵) اما در شوری psu ۱± ۱۲ تکمیل چرخه زندگی مطلوب‌تر صورت می‌گیرد.

کوپه‌پودای گروه Calanoida اغلب در محیط‌های طبیعی بسیار خوب با تغییرات شوری سازگار می‌شوند. لذا در این مطالعات هدف مهم رسیدن به حداکثر تراکم در شوری‌ها و دماهای مختلف است. بنابراین پیشنهاد می‌شود با توجه به کاهش شدید تنوع گونه‌ای و نیز جمعیت زئوپلانکتون‌ها خصوصا گروه سخت‌پوستان، نیاز است جهت تکثیر و پرورش انبوه آن‌ها اقدامات ضروری و سریع صورت گیرد تا بیش از این دریای خزر با فقر غذایی و تغذیه سایر آبزیان مواجه نگردد. علاوه بر این استفاده از جیره جلبکی مناسب‌تر (که ارزش غذایی بالاتری نسبت به جلبک مورد استفاده دارد) جهت افزایش هم‌آوری پاروپایان باید در تحقیقات آینده مد نظر قرار گیرد.

منابع

فاطمی، س.م.ر.؛ روشن طبری، م.؛ پورغلام، ر.؛ موسوی ندوشن، ر.؛ وثوقی، غ.؛ رحمتی، ر.؛ خدا پرست، ن.، ۱۳۹۲. پراکنش گروه‌های مختلف زئوپلانکتون در اعماق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷. نشریه اقیانوس‌شناسی، شماره ۱۴، صفحات ۹۲-۸۵.

Holste, L.; Peck, M.A., 2005. The effects of temperature and salinity on egg production and hatching success of Baltic *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida): a laboratory investigation. Marine Biology, 148(5): 1061-1070.

Kosarev, A.N.; Yablonskaya, E.A., 1994. The Caspian Sea. SPB Academic Publishing. The Hague, Netherlands, 259P.

Kurashova, E.K.; Abdollaevo, N.M., 1984. *Acartia clausi* Giesbrecht (Calanoidae, Acartiidae) in Caspian Sea. Zoological, 63(6): 931-933.

Mauchline, J., 1998. The biology of Calanoid Copepods: The biology of Calanoid Copepods. Elsevier Academic Press. New York, USA. 710P.

Payne, M.F.; Rippingale, R.J., 2000. Rearing West Australian seahorse, *Hippocampus subelongatus*, and juveniles on copepod nauplii and enriched Artemia. Aquaculture, 188(3): 353-361.

Roohi, A.; Kideys, A.E.; Sajjadi, A.; Hashemian, A.; Pourgholam, R.; Fazli, H.; Ganjian- Khenari, A.; Eker-Develi, E., 2010. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. Biological Invasions, 12(7): 2343-2361.

Stottrup, J., 2000. The elusive copepods: their production

and suitability in marine aquaculture. Aquaculture Research, 31(8-9): 703-711.

Wilcox, T.P.; Zwickl, D.J.; Heath, T.A.; Hillis, D.M., 2002. Phylogenetic relationships of the dwarf boas and a comparison of Bayesian and bootstrap measures of phylogenetic support. Molecular Phylogenetics and Evolution, 25: 361-371.