بررسی اثر سطوح مختلف دمایی بر رشد پاروپای کالانویید دریایی (*Acartia* sp.)

رضوان موسوی ندوشن*[1] و سمیرا گل میرزایی[2]

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم وفنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۲- گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۱۲

چکیده

در میان کوپه پودهای پرورشی کالانویدها با توجه به فرم پلاژیک، حرکات جذاب، فراوانی بالا در طبیعت، رژیم گیاهخواری و سطح لیپید بالا، اندازه متناسب، منبع مستعدی به عنوان غذای زنده برای لارو ماهیان دریایی می‌باشند. لذا با توجه به اهمیت این گروه زئوپلانکتونی، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف دمایی بر بقا و رشد جنس *Acartia* در ۳ تیمار آزمایشی ۳۰، ۲۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد و شوری ثابت ۴۰ در هزار طی ۲۱ روز انجام گرفت و نرخ رشد محاسبه گردید. در پایان مطالعه بالاترین میانگین درصد رها سازی تخم و بازماندگی در تیمار دمایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. در این دما میانگین رهاسازی و بازماندگی تخم ۱۱/۵۴±۸۶/۶ درصد، میانگین تولید ۵ مرحله ناپلیوس، ۵ مرحله کوپه پودیت و بالغ به ترتیب برابر با ۵/۵۰±۳۴/۳ درصد، ۵/۵۰±۲۳/۱ درصد، ۶±۱۵ درصد و بیشترین نرخ رشد با میانگین ۰/۰۲±۰/۰۴ درصد به دست آمد.

واژگان کلیدی: پاروپایان، کالانویید، *Acartia* sp.، تیمارهای دمایی، رشد

* نگارنده پاسخگو: mousavi.nadushan@gmail.com

مقدمه

در طبیعت پاروپایان به عنوان موجود شکاری غالب، دارای اهمیت زیادی برای لارو ماهیان دریایی می‌باشند. مطالعات زیادی در سطح آزمایشگاهی بر روی کالانوییدها با توجه به فراوانی بالا در طبیعت و شناسایی راحت‌تر بالغین آن‌ها انجام شده است. (Josianng, 2001)

پاروپایان با ۵۲-۴۲ درصد پروتیین، اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای چرب غیراشباع، آنزیم‌های گوارشی، کاروتنوئیدها، ویتامین c، دارای ارزش غذایی بالایی هستند. (Mauchline, 1998) این در حالی است که روتیفرها و آرتمیا با توجه به کمبود ترکیبات غذایی و اسیدهای چرب غیر اشباع، قبل از استفاده به عنوان غذای زنده احتیاج به غنی سازی دارند و ثابت شده است که لارو ماهیان تغذیه شده با کوپه پود به تنهایی یا به صورت ترکیب با سایر غذاهای زنده دارای بیشترین بقا، رشد و سلامت بوده‌اند (Stqttrup, 2000; Vilcox *et al*., 2006) . همچنین می‌توان از آن‌ها در تمام مراحل زندگی (ناپلیوس، کوپه پودیت و بالغ) به عنوان غذا استفاده کرد. لذا برای پرورش گونه‌های جدید دریایی با لاروهای کوچک که پرورش آنها با طعمه‌های سنتی مانند روتیفر و آرتمیا مشکل می‌باشد مناسب هستند (Shields *et al*., 2005).

در گذشته تولید تجاری ماهیان دریایی صرفاً محدود به گونه‌هایی می‌شد که قادر به استفاده از روتیفر و آرتمیا غنی شده باشند اما در سال‌های اخیر با توجه به تولید کوپه پود و استفاده از آنها در رژیم غذایی لارو ماهیان دریایی تکثیر و پرورش گونه‌های جدید ماهیان به طور موفقیت آمیز میسر گردیده است (Shield *et al*., 2005.) کوپه پودهای کالانویید و به ویژه انواع پرورشی از جمله جنس‌های Acartia,*Centepages,Eurytemora,Temora* اغلب در آب‌های ساحلی اقیانوسی و خورها یافت می‌شوند. (Hoff & Snell, 1999) این کوپه‌پودها کوچک بوده، چرخه زندگی کوتاهی داشته و با توجه به تحمل تغییرات وسیع پارامترهای محیطی در طبیعت، به راحتی می‌توان آن‌ها را با شرایط ازمایشگاهی سازگار نمود. دما یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محیطی است و تأثیر زیادی بر فیزیولوژی و چرخه زندگی کوپه پودهای دریایی دارد (Rhyne *et al*., 2009). لذا به منظور ایجاد تنوع در مجموعه غذای زنده و با توجه به اهمیت نقش دما در دوره پرورش و هزینه‌های مربوط به آن، در این مطالعه تأثیر سطوح مختلف دمایی بر روی پارامترهای رشد مانند بقای مولدین، درصد رهاسازی تخم، تولید ناپلیوس، کوپه پودیت و بالغ به منظور دست‌یابی به بهترین دما برای کشت کالانوئید جنس *Acartia* مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

کشت جلبک برای تغذیه

جلبک مورد تغذیه کوپه پودها در این آزمایش شامل دو رژیم جلبکی *Tetracelmis* sp. و *Rodomonas* sp. (Støttrup, 2001) بود. جلبک‌ها با استفاده از محیط کشت f 2 وآب با شوری ۳۲ قسمت در هزار در ظروف ۱ لیتری در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی ۱۰ ساعت تاریکی کشت داده شد. کشت‌های مزبور بعد از ۴ تا ۵ روز به تراکم مورد نظر رسید.

تهیه و کشت نمونه‌ها

نمونه کالانوئید اولیه برای کشت در پاییز (آبان) سال ۱۳۹۱ از سواحل (برای و ریشر) واقع در جنوب کشور در شهرستان بوشهر با استفاده از تور زئوپلانکتون با چشمه ۵۰ میکرون به صورت دستی جمع‌آوری گردید. دما و شوری آب در زمان نمونه برداری به ترتیب ۲۷ درجه سانتی‌گراد و ۴۰ قسمت در هزار ثبت گردید. نمونه‌های جمع شده در داخل تور زئوپلانکتون با استفاده از بطری حاوی آب دریا به آزمایشگاه منتقل و به اکواریومی که از قبل با آب تازه و هوادهی شده پرشده بود، وارد گردید. پس از ۲۴

ساعت، اقدام به شناسایی با استریو میکروسکوپ گردید و پس از مطابقت با کلید شناسایی (Boltovskoy, 2000) مولدین حاوی کیسه‌ی تخم جنس *Acartia* با استفاده از سمپلر جدا شد. تعداد ۵ عدد مولد حاوی کیسه تخم به هر کدام از واحدهای آزمایشی شامل ارلن با گنجایش ۱۰۰ میلی‌لیتر حاوی ۷۵ میلی‌لیتر آب دریای فیلتر شده و مخلوط جلبکی *Tetracelmis* و *Rodomonas* و علامت‌گذاری شده بر اساس دماهای مورد آزمایش، ۲۵،۳۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد وارد گردید. پارامترهای فیزیکی اکسیژن به میزان ۶/۸ -۵/۸ میلی‌گرم در لیتر به وسیله پمپ هوا، شلنگ رابط و پیپت پاستور به صورت سوزنی و pH=۷/۸ تنظیم گردید (long,1995). شرایط نوری به صورت ۱۲ ساعت تاریکی شب ۱۲ ساعت روشنایی روز و غذادهی به صورت روزانه با مخلوط جلبکی به نسبت ۱ به ۱ به میزان ۳×۱۰۵ سلول در هر میلی‌لیتر انجام گرفت (Schipp, 2006).

شکل۱- نمایی از اکواریوم‌های حاوی واحدهای آزمایشی ۲۵، ۳۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد

برای جلوگیری از بروز استرس نمونه‌های مورد کشت هر ۱۲-۶ ساعت به صورت چشمی بررسی گردید تا زمانی که مولدین رها سازی تخم را انجام دادند. سپس مولدین از هر تکرار هر (ارلن) به وسیله سمپلر خارج گردید. بقای مولدین و تعداد مولدینی که تخم‌ریزی کردند، شمارش و ثبت گردید. سپس هر ۲۴ ساعت آب محتوی نمونه در زیر لوپ برای محاسبه تولید ناپلیوس مورد بررسی قرار گرفت. پس از مشاهده ناپلیوس در هر تکرار آزمایش ابتدا همگن و سپس به کمک سمپلر به صورت کاملاً تصادفی هر بار یک میلی لیتر آب حاوی تخم‌های گشوده شده (ناپلی) در مراحل اولیه برداشته شد و به لام هموسیتومتر منتقل گردید (Amble,1985). نمونه‌ها در زیر میکروسکوپ Invert با بزرگ‌نمایی ۴۰ شمارش گردید. در ادامه هر ۲۴ ساعت یکبار مراحل رشد ناپلی ۱ تا ناپلی ۶ و تبدیل به کوپه پودیت مورد ارزیابی قرار گرفت، سپس با مشاهده کوپه پودیت مطابق شمارش ناپلیوس، مراحل فوق الذکر برای شمارش کوپه پودیت و مراحل رشد کوپه پودیت ۱ تا کوپه پودیت ۵ و وارد شدن به مرحله بلوغ مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت تعداد بالغین و کوپه پودیت های نابالغ (مرده و رشد ضعیف) ثبت گردید. نرخ رشد طبق فرمول زیر محاسبه گردید (Omori & Ikeda, 1984)

$$k = \frac{\mathrm{Lnx2} - \mathrm{Lnx1}}{T}$$

که در این رابطه:

K= میزان رشد ویژه پاروپا

X1=ذتعداد کوپه پودهای بالغ در ابتدای ازمایش

X2=ذتعداد کوپه پودهای بالغ درانتهای ازمایش

T= طول دوره ازمایش بر حسب روز می‌باشد.

آنالیز آماری

کلیه اطلاعات به دست آمده از آزمایش و داده‌های آزمایشگاهی با استفاده از نرم‌افزار Excel پردازش گردید. مقادیر مربوط به داده‌های درصدی Arcsin تبدیل گردید. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد به منظور تأیید داده‌ها در تیمارهای دمایی از روش آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون دانکن استفاده شده است. آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها و تعیین اختلاف

معنی‌دار در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم گردیدند (Gomez & Zar,1984).

نتایج

شکل (۲) نشان دهنده‌ی مولد دارای کیسه تخم یکی از گونه‌های دریایی کالانویید *Acartia*، جمع‌آوری شده از سواحل بوشهر است و (شکل ۳) تخم‌های رهاسازی شده توسط مولدین ۷۲ ساعت بعد از انتقال به واحدهای آزمایشی را نمایش می‌دهد. (شکل ۴) ناپلی خارج شده از تخم ۲۴ ساعت بعد از رهاسازی است و (شکل ۵) نمایش دهنده‌ی ناپلی رشد پیدا کرده در طی ۸ روز و تبدیل به کوپه پودیت می‌باشد و (شکل ۶) کوپه پود بالغ شده بعد از ۱۰ روز را نشان می‌دهد.

شکل۲- مولد کالانوید دارای کیسه تخم، جنس *Acartia*

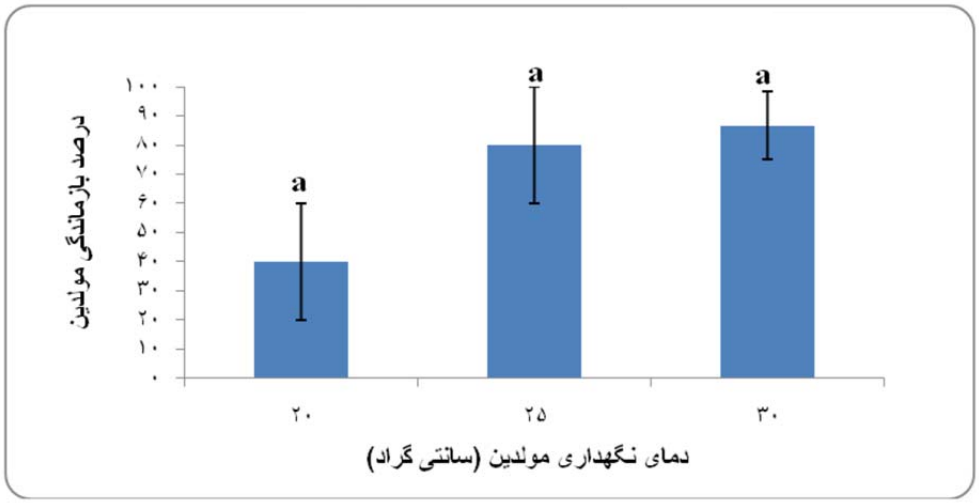
شکل۳- تخم رها شده توسط مولدکالانویید جنس*Acartia*

شکل۴- ناپلی در حال پوست اندازی پاروپای جنس *Acartia*

شکل۵-کوپه پودیت کالانوید از جنس *Acartia*

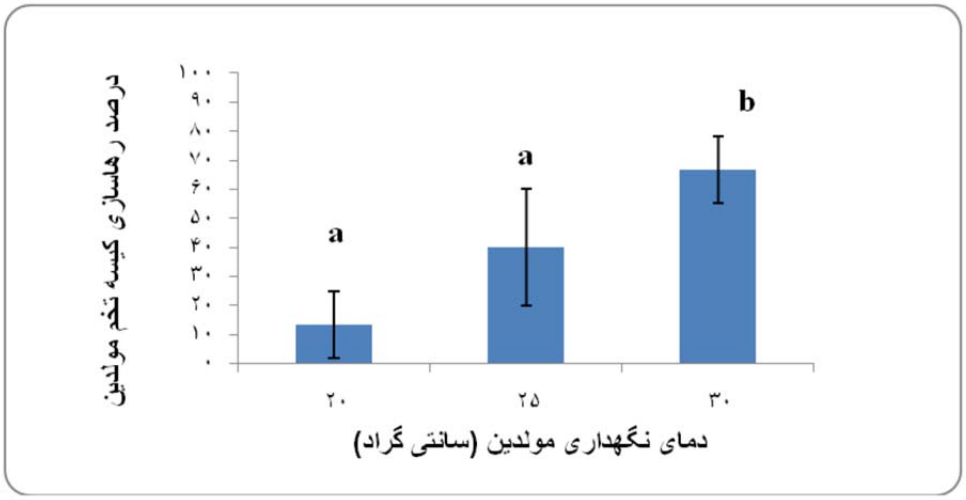
شکل۶- نمونه بالغ کالانوید جنس *Acartia*

با نگهداری مولدین حاوی کیسه تخم شکل (۲) *Acartia* بعد از ۴ روز بالاترین درصد ماندگاری با میانگین ۱۱/۵۴±۸۶/۶ در تیمار دمایی ۳۰ درجه و کمترین آن با میانگین ۲۰±۴۰ درصد در تیمار ۲۰ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید ($P\leq$۰/۰۵). آنالیز واریانس یک طرفه از نظر آماری اختلاف معناداری را بین بازماندگی مولدین در تیمارهای ازمایشی نشان نداد ($P>$۰/۰۵). (شکل ۷).



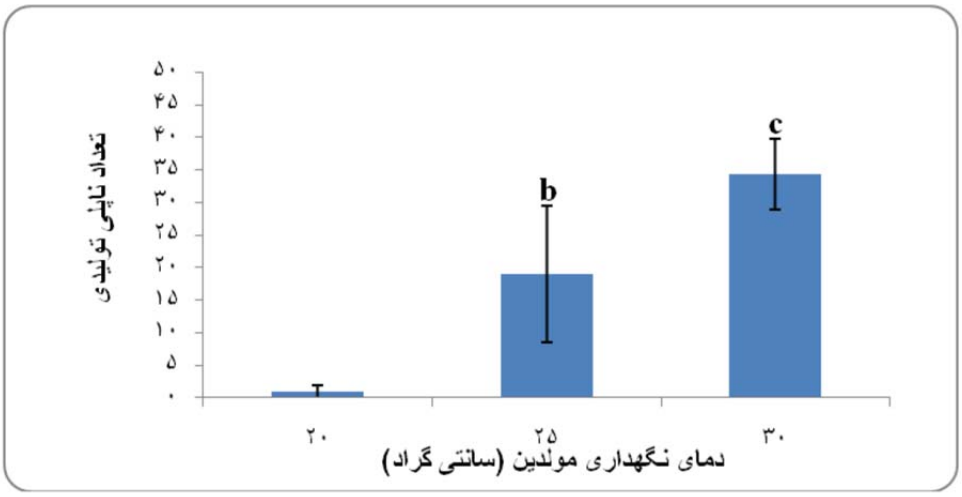
شکل۷- میانگین درصد بازماندگی مولدین کالانوید جنس *Acartia* در دماهای مختلف ۳۰، ۲۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد

در این مطالعه ۷۲ ساعت بعد از انتقال مولدین دارای کیسه تخم به واحدهای آزمایشی رهاسازی آغاز شکل (۳) و بعد از ۹۶ ساعت بیشترین تعداد مولدین زنده در تیمار ۳۰ درجه سانتی‌گراد با میانگین ۱۱/۵۴±۶۶/۶ درصد مشاهده شد. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه از نظر آماری معنادار بودن اختلاف بین میانگین درصد رهاسازی تخم در تیمار ۳۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به ۲۵ و ۲۰ درجه سانتی گراد را نشان داد ($P<۰/۰۵$). در حالی که اختلاف معناداری بین دو تیمار ۲۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$). (شکل ۸).



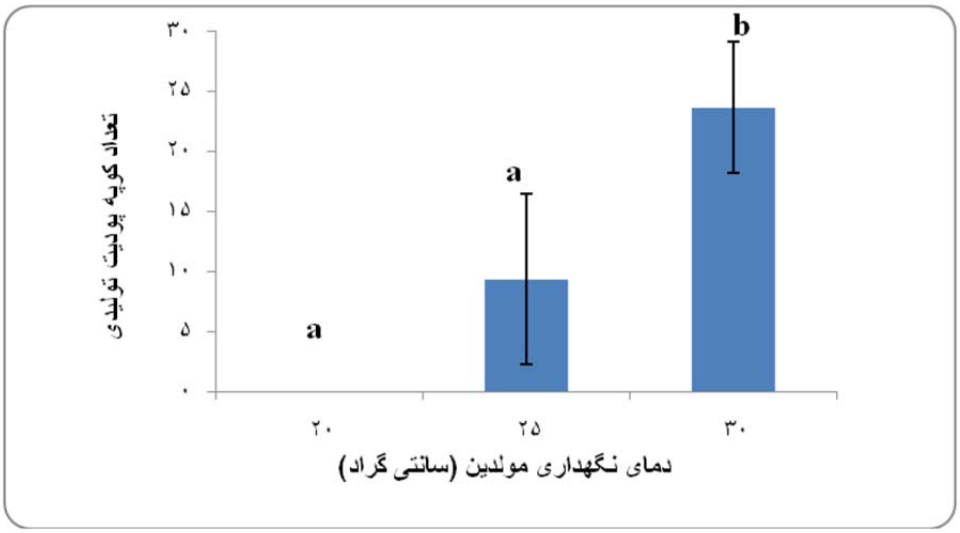
شکل۸- میانگین درصد رهاسازی تخم مولدین پاروپای *Acartia* sp. در تیمارهای دمایی (۳۰،۲۵ و ۲۰) درجه سانتی‌گراد

۲۴ ساعت بعد از رهاسازی تخمه گشایی آغاز و در مدت ۴۸ ساعت تولید ناپلی شکل (۴) به حداکثر تعداد خود در تیمار ۳۰ درجه سانتی‌گراد به میانگین ۵/۵۰±۳۴/۳ عدد و در تیمار ۲۰ درجه به ۱±۱ عدد رسید. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه از نظر آماری اختلاف معناداری را بین تیمارهای مورد آزمایش نشان داد ($P<۰/۰۵$). شکل (۹).



شکل۹- میانگین تولید ناپلی .*Acartia* sp در تیمارهای دمایی (۳۰،۲۵ و ۲۰) درجه سانتی‌گراد

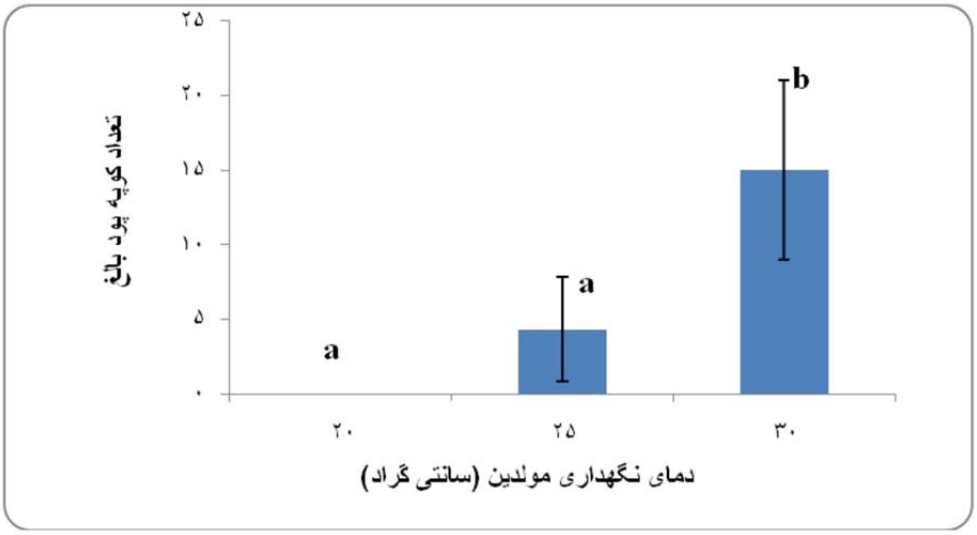
۸ روز بعد از مشاهده ناپلی‌ها در میان تیمارهای مختلف آزمایشی، بیشترین تعداد کوپه پودیت شکل (۵) و حداقل تلفات جدول (۲) در واحدهای آزمایشی حاوی آب ۳۰ درجه به میانگین ۵/۵۰±۲۳/۶ عدد و در واحدهای آزمایشی حاوی آب ۲۰ درجه سانتی‌گراد تمام کوپه پودیت‌ها از بین رفتند. با بررسی نتایج حاصل از آنالیز آماری اختلاف معناداری بین تیمارهای دمایی ۲۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده نگردید ($P>0/05$). در حالی که بین تیمار دمایی ۳۰ نسبت به تیمارهای دمایی ۲۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنادار بود ($P<0/05$). شکل (۱۰).



شکل۱۰- میانگین تعداد کوپه پودیت کالانوید .*Acartia* sp در تیمارهای دمایی (۳۰،۲۵ و ۲۰) درجه سانتی‌گراد

۱۰ روز بعد از مشاهده کوپه پودیت بیشترین تعداد بالغین (شکل ۶) با میانگین ۶±۱۵ عدد در هر تکرار و کمترین تعداد تلفات بالغین ۳۶/۴ درصد (جدول ۲) در تیمار ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه از نظر آماری اختلاف معناداری را بین تیمار ۳۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به تیمارهای ۲۰

و ۲۵ درجه سانتی‌گراد نشان داد (P<۰/۰۵). در حالی که بین دو تیمار (۲۰ و ۲۵) درجه سانتی‌گراد اختلاف معناداری مشاهده نگردید (P≥۰/۰۵). شکل (۱۱).



شکل۱۱- میانگین تولید بالغین پاروپای جنس *Acartia* در تیمارهای دمایی (۳۰،۲۵ و ۲۰) درجه سانتی‌گراد

در پایان دوره، نرخ رشد ویژه در تیمارهای مختلف دمایی ۳۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۷۴ درصد، ۳۲ درصد و صفر محاسبه گردید. نتایج آنالیز آماری اختلاف معناداری بین نمونه‌های تیمار ۳۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به نمونه‌های تیمارهای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد نشان داد. (P>۰/۰۵). در حالی که بین دو تیمار (۲۰ و ۲۵) درجه سانتی‌گراد اختلاف معناداری به دست نیامد (P≥۰/۰۵). شکل (۱۲).

شکل۱۲- میانگین نرخ رشد ویژه کالانویید جنس *Acartia* در تیمارهای دمایی (۲۰،۳۰،۲۵) درجه سانتی‌گراد

در این مطالعه بعد از گشودگی تخم, ناپلی‌های خارج شده از تخم شمارش گردید و ۹ روز بعد تعداد ناپلی‌هایی که وارد مرحله کوپه پودیت گردیده بودند نیز شمارش شد و درصد ناپلی‌هایی که به مرحله بلوغ نرسیده بودند (مرده و رشد ضعیف) محاسبه گردید که در تیمارهایی دمایی (۳۰ و ۲۵) درجه سانتی‌گراد به

ترتیب ۳۱ درصد و ۵۱/۷ درصد ثبت گردید. در تیمار ۲۰ درجه سانتی‌گراد هیچ ناپلیوسی مشاهده نگردید. در نهایت ناپلیوس‌های ضعیف و کوچک در تیمارهای دمایی ۳۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب برابر ۱۱, ۲۶/۷ درصد و ناپلی‌های تلف شده به ترتیب برابر (۲۰ درصد و ۲۵ درصد تعیین شد (جدول ۱).

جدول۱- درصد ناپلیوس بلوغ نیافته کالانوید جنس *Acartia* در تیمارهای دمایی (۳۰،۲۵ و ۲۰) درجه سانتی‌گراد

دما (سانتی‌گراد)	ناپلی رشد نکرده (درصد)	رشد ضعیف (درصد)	مرده (درصد)
۳۰	۳۱	۱۱	۲۰
۲۵	۵۱	۲۶/۷	۲۵
۲۰	ـــــ	ـــــ	ـــــ

در آزمایش حاضر ۸ روز بعد از تخمه‌گشایی تعداد کوپه پودیت‌ها شمارش گردید و پس از پایان دوره آزمایش (۲۱) روز تعداد بالغین نیز شمارش گردید و با کم کردن این دو از هم درصد کوپه پودیت‌های بالغ نشده (مرده و رشد ضعیف) به صورت ۳۶/۴-۵۷/۲ درصد در تیمار دمایی ۳۰, ۲۵ ثبت گردید به گونه‌ای که ۱۲/۴ و ۲۷ درصد زنده ماندند ولی به مرحله بالغ وارد نشدند و ۲۴-۳۰/۲ درصد تلف شدند (جدول ۲).

جدول۲- درصد کوپه پودیت بلوغ نیافته کالانویید جنس *Acartia* در تیمارهای دمایی (۳۰، ۲۵ و ۲۰) درجه سانتی‌گراد

دما (سانتی‌گراد)	ناپلی بلوغ نیافه (درصد)	رشد ضعیف (درصد)	مرده (درصد)
۳۰	۳۶/۴	۱۲/۴	۲۴
۲۵	۵۷/۲	۲۷	۳۰/۲
۲۰	ـــــ	ـــــ	ـــــ

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضرنشان داد که نمونه‌های گونه *Acartia* sp. جمع‌آوری شده از سواحل بوشهر در تیمارهای دمایی ۳۰، ۲۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد، دارای بیشترین بقا با میانگبن ۸۶/۶ درصد و رهاسازی تخم با میانگین ۶۶/۶ درصد در تیمار با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و کمترین آن با میانگین ۱۳/۳ درصد در ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. به نظر می‌رسد یکی از دلایل مشاهده بیشترین بقا و رهاسازی تخم در تیمار دمایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد برای پاروپای جنس *Acartia* جدا سازی این گونه از آب‌های گرمسیری خلیج فارس باشد. این نتایج منطبق با نتایج تحقیق Rhyne و همکاران در سال ۲۰۰۹ است. در تحقیق اشاره شده، در بین تیمارهای مختلف ۲۲، ۲۴، ۲۸، ۳۰ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد بالاترین درصد بقا و رهاسازی تخم در ۳۰ درجه سانتی‌گراد ثبت شده بود. هچنین Chinnery و Williams (2003) بر روی گونه‌های *Acartia* آب‌های گرم، در محدوده دمایی (۳۲-۱۵) درجه سانتی‌گراد نیز بالاترین بقا و رهاسازی تخم را در ۲۸ درجه سانتی‌گراد ارزیابی کرده بودند. در مطالعه دیگری که بر روی *Acartia tsuensis* آب‌های گرم در بازه دمایی (۳۰-۱۷/۵) درجه سانتی‌گراد توسط Ban و Minoda درسال ۱۹۹۴ انجام گرفت نیز، بهترین بقا در ۲۵ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید.

تحقیق انجام شده بر روی مولدین کوپه پود آب‌های گرمسیری فلوریدا نیز بیشترین درصد رهاسازی تخم و بقا را در دمای بالای آزمایش مشاهده کرده بودند (Gillooly, *et al*., 2001). این محققین علت افزایش

درصد بازماندگی و رهاسازی تخم مولدین کالانوید مناطق گرم در دماهای بالا در مطالعات خود را، رابطه مستقیم دما و فعالیت‌های متابولیک ذکر کردند. همچنین در سال ۱۹۹۸ Mouny وDauvin در طی تحقیقی بر روی کالانوید Urytemora *offinis* (آب سرد) انجام دادند، بیان کردند که با افزایش دما از ۱۰ به ۲۰ درجه سانتی‌گراد میزان بقا و رهاسازی تخم به بالاترین مقدار خود در ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. آن‌ها علت این امر را رابطه مستقیم دما با افزایش فعالیت‌های متابولیکی و افزایش تولید انرژی بیشتر جهت فعالیت‌های زیستی ذکر نمودند.

همچنین در مطالعه حاضر بیشترین تولید ناپلی با میانگین ۳۴/۳ عدد، ۴۸ ساعت بعد از رهاسازی و در دمای ۳۰ درجه مشاهده گردید. در واقع دما با کاهش زمان رشد و نمو جنین به طور چشمگیری بر میزان تولید ناپلیوس تأثیر می‌گذارد، به نحوی که در تحقیق بر روی گونه *Temora longicus* در محدوده دمایی (۳۰-۱۵) درجه سانتی‌گراد، کوتاه‌ترین زمان گشودگی، ۲۴ ساعت و بالاترین تولید ناپلی، با میانگین ۶۱/۷ عدد، در ۲۸ درجه سانتی‌گراد گزارش گردید (Devreker *et al*., 2004). همچنین Lassus و همکاران در سال ۱۹۸۴ با مطالعه بر روی *Psedocalanus xiphophorus* در بازه دمایی (۳۰، ۲۸، ۲۴، ۲۰ و ۱۶) درجه سانتی‌گراد بیان کردند، زمان رشد و نمو تخم با افزایش دما کاهش پیدا می‌کند. در نتیجه، در دماهای بالاتر تعداد ناپلی بیشتری تولید می‌گردد به طوری که از ۹۶ روز در ۱۶ درجه سانتی‌گراد به ۱۲ ساعت در ۳۰ درجه سانتی‌گراد کاهش پیدا می‌نماید. Devreke و همکاران نیز در سال (2004) بیان کردند دما به طور مستقیم بر روی نرخ تخمه گشایی تأثیر نمی‌گذارد بلکه بر روی توسعه جنینی تأثیر می‌گذارد به گونه‌ای که در مطالعه بر روی تولید ناپلی گونه‌های *Acartia* sp. آب‌های سرد در محدوده دمایی (۲۰-۵) درجه سانتی‌گراد نیز گشودگی تخم در همه تیمارها صورت گرفته اما بیشترین تولید ناپلی و کوتاه‌ترین زمان گشودگی در ۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید (Williams, 2003& Chinnery).

در تحقیق برروی *Acartia* از آب‌های ساحلی خلیج فارس، پس از ۸ روز تبدیل ناپلیوس به کوپه پودیت آغاز گردید. کمترین (تلفات با میانگین ۳۱ درصد) و بیشترین تعداد کوپه پودیت با میانگین ۲۳/۶ عدد در تیمار ۳۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. در تیمار ۲۰ درجه سانتی‌گراد هیچ کوپه‌پودیتی مشاهده نگردید. این موضوع در مطالعات به دست آمده توسط William و Chinnery در سال ۲۰۰۳ بر روی گونه‌های کالانوید مناطق گرمسیری نیز مشاهده شد. بدین صورت که در اثر استرس ناشی از تغییرات دمایی، کاهش یا افزایش دما، انرژی ذخیره شده در بدن بیشتر صرف تنظیم فعالیت‌های متابولیک موجود و سوخت و ساز می‌گردد و در نتیجه انرژی برای رشد ناپلیوس کاهش یافته، زمان رشد افزایش پیدا می‌کند. لذا، کندتر شدن دوره‌ی رشد باعث می‌گردد ناپلیوس زمان بیشتری تحت تأثیر استرس دمایی قرار گیرد و وقتی از آستانه تحمل موجود فراتر رود، باعث مرگ و میر آنها می‌گردد. در نتیجه، در دماهای پایین علاوه بر اینکه تعداد بیشتری از ناپلیوس‌ها بالغ نمی‌شوند (کوپه پودیت کمتر) تلفات بیشتری نیز مشاهده می‌گردد. در پژوهش دیگری در محدوده دمایی ۳۲-۲۰ درجه سانتی‌گراد که بر روی تولید کوپه پودیت کالانویید آب‌های گرم گونه‌ی، *Eurytemora affinis*، در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد پرورش داده شده بود نیز، هیچ یک از ناپلیوس‌ها به کوپه پودیت تبدیل نشده بود (Escavavage & Setaert, 1995). همچنین نتایج تحقیقی که توسط Lsla و Perissinotto در سال ۲۰۰۴ بر روی تولید کوپه‌پودیت (ناپلی رشد یافته) گونه‌های *Acartia* آب سرد، در بازه دمایی (۲۰-۵) درجه سانتی‌گراد انجام گرفت نشان داد (توسعه ناپلی) در ۲۰ درجه سانتی‌گراد و به طور کلی در دماهای بالاتر سریع‌تر بوده و در نتیجه تعداد کوپه‌پودیت

بیشتری در تحقیق مذکور مشاهده گردید. Gonzalez و Bradley نیز در سال ۱۹۹۴ بهترین دما برای (توسعه ناپلی) و تلفات کمتر در کالانوید گونه *Eurytemora offinis* آب‌های سرد در محدوده دمایی (۱۰،۱۵ و ۵) درجه سانتی‌گراد را ۱۵ درجه سانتی‌گراد به میزان ۲۱ درصد ذکر کردند. در آزمایش انجام شده بر روی گونه *Acarita* سواحل گرمسیری بوشهر نیز رشد سریع و در نتیجه تلفات کمتر به میزان ۲۴ درصد در بالاترین دما ۳۰ درجه سانتی‌گراد حاصل گردید.

در نهایت بیشترین تعداد *Acartia* بالغ ۱۵ عدد در تیمار دمایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و هیچ بالغی در انتهای دوره ۲۱ روزه در تیمار دمایی ۲۰ درجه ثبت نگردید. در تحقیقی که در سال ۱۹۹۵ توسط Escarvavage و soetaert بر روی کشت *Eurytemora affinis*، جداسازی شده از سواحل گرمسیری، دربازه دمایی ۳۰-۱۷ درجه سانتی‌گراد انجام شد، نمو و تکامل بدن، بیشترین تعداد بالغین و کمترین تلفات در جمعیت کوپه‌پودیت‌های تیمار دمایی ۲۸ درجه سانتی‌گراد (۵۷ درصد) گزارش گردید و در ۱۷ درجه سانتی‌گراد بالغی مشاهده نگردید. همچنین William و Jones نیز در سال ۱۹۹۹ با مطالعه بر روی *Acartia clausi* در محدوده دمایی (۲۵-۱۰) درجه سانتی‌گراد کمترین تلفات و رشد سریع‌تر را در ۲۰ درجه سانتی‌گراد بیان کردند، در تحقیق مذکور علت این امر رابطه مستقیم دما با نمو و تکامل مراحل لاروی ذکر گردید. در مطالعه حاضر، بعد از ۲۱ روز نتایج در تیمارهای مختلف نشان داد که کوپه‌پودها در ۳۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به نمونه‌های تیمارهای ۲۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد رشد بیشتری داشته، تعداد بیشتری کوپه‌پودیت به مرحله بلوغ راه یافتند. با توجه به اطلاعات به دست آمده توسط Hall و Burns در سال ۲۰۰۲ و مقایسه آن با نتایج مطالعه حاضر می‌توان گفت، افزایش دما باعث افزایش نرخ متابولیسم از جمله مصرف اکسیژن، نرخ تنفس، سوخت و ساز بیشتر و در نتیجه رشد بالاتر می‌گردد.

همچنین طی یک بررسی که توسط Nagaraj در سال 2009 انجام گرفت نتایج نشان داد، در دمای پایین با توجه به رابطه مستقیم دما با تولید انرژی، رشد کندتر صورت گرفته و افزایش بیشتری در جمعیت ناپلیوس یا کوپه پودیت مشاهده می‌گردد.

در تحقیقی که Long و He (2002) بر روی نرخ رشد *Psedocalanus hewmani* آب‌های سرد در محدوده دمایی (۲۰-۳) درجه سانتی‌گراد انجام دادند، بیان کردند نرخ رشد به صورت خطی تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. در سال Takashi (2002) و Atsustohno با مطالعه‌ای که بر روی نرخ رشد *Acartia tsuensis* آب‌های گرم در بازه دمایی (۳۰-۱۷/۵) درجه سانتی‌گراد انجام دادند، بهترین رشد و تبدیل ناپلیوس به بالغ در ۲۸ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید که نتایج این مطالعه نیز در راستای تحقیق حاضر می‌باشد.

منابع

Ambler, J. W. 1985. Seasonal factors affecting egg production and viability of eggs of *Acartia tonsa* from East Lagoon, Galveston, Texas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science,* 20: 743-760.

Ban, S. & Minoda, T. 1994. Induction of diapause egg production in *Eurytemora affinis* by their own metabolites. *Hydrobiologia*, 292 (293): 185–189.

Boltovskoy, D. 2000. South Atlantic zooplanktons. British Library, UK.

Chinnery, F. E. & Williams, J. A. 2003. The influence of temperature and salinity on *Acartia* (Copepoda: Calanoida) nauplii survival. *Marine Biology*, (Berl) 145:733–738.

Devreker, D., Souissi, S. & Seuront, L. 2004. Development and mortality of the first naupliar stages of *Temora longicus*(Copepoda, Calanoida) under different conditions of salinity and temperature. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,* 303: 31– 46.

Escaravage, V. & Soetaert, K. 1995. The relationship between temperature and the development of life stages of the marine

development and growth of Copepod *Urytemora offinis* fromTjeukemeer, the Netherlands. *Freshwater Biology,* 10: 317–340.

Nagaraj, M. 2009. Combined effects of temperature and salinity on the complete development of *Eurytemora velox* (Crustacea: Calanoidea). *Marine Biology*, (Berl) 99:353–358.

Omori, M. & Ikeda, T. 1984. Methods in marine zooplankton ecology. Wiley, New York, USA.

Rhyne, A. L., Ohs, C.L. & Sten, E. 2009. Effects of temperature on reproduction and survival of the calanoid copepod *Pseudodiaptomus pelagicus*.*Aquaculture*, 292(1): 53-59.

Schipp, N. 2006. Calanoid copepods, resting eggs, and aquaculture, in: Cheng- Sheng, L, O, Bryen, P.J. Marcus, N.H. (Eds) Copepods in Aquaculture. Blackwell, Melbourne.

Shields, R. J., Kotani, T., Molnar, A., Marion, K., Kobashigawa, J. & Tang, L. 2005. Intensive cultivation of a subtropical paracalanid copepod, *Parvocalanus* sp., as a prey item for small marine fish larvae. In: Lee, C. S., O'Bryan, P. J., Marcus, N. (Eds.), Copepods in Aquaculture. Blackwell Publishing, USA.

Støttrup, J. G. 2000. Production and nutritional value of copepods. In: Støttrup, J.G. Mc Evoy, L. A. (Eds.), live feeds in marine aquaculture. Blackwell Science, Oxford, UK.

Støttrup, J. G. 2001. The elusive copepods: their productivity and suitability in marine aquaculture. *Aquaculture Research,* 31: 703–711.

Takahashi, T. & Atsustohno, Y. 2002. Dynamics of exploited populations of the calanoid copepod, *Acartia tsuensis*. *Aquaculture*, 84: 27–39.

Vilcox, M., Medina-Sánchez, J. M., Cruz-Pizarro, L. & Carrillo, P. 2006 Life history implications of calanoid *Mixodiaptomus laciniatus* in C:N:P stoichiometry. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie,* 27: 527–531.

William, I. D. & jones, M. B. 1999. The effect of temperature on the egg production rates of *Eurytemora offinis* (calanoid copepod) in Long Island Sound. *Oceanographic Research,* 17:1–7.

copepod *Eurytemora offinis*. *limnology and oceanography,*20: 854–857.

Gillooly, J. F., Brown, J. H., West, G. B., Savage, V. M. & Charnov, E. L. 2001. Effects of size and temperature on metabolic rate. *Science*, 293: 2248–2251.

Gomez, G. D. & Zar, N. H.1984. Dormant eggs of marine copepods. *Oceanography and Marine Biology - An Annual Review,* 19:125–140.

Gonzalez, C. R. M. & Bradley, B.P. 1994. Salinity stress proteins in *Eurytemora affinis*. *Hydrobiologia*, 292/293:461–469.

Hall, C. J. & Burns, C. W. 2002 Effects of temperature and salinity on the survival and egg production of *Gladioferen spectinatus* Brady(Copepoda: Calanoida). *Estuarine, Coastal and Shelf Science,* 55, 557–564.

Hoff, F. H. & Snell, T.W. 1999. Plankton culture manual. fifth edition. Florida Aqua Farms Inc., Dade City, FL. USA.

Josianng, R. 2001. Comparison of the metabolism of *Acartia clause* and *A. tonsa*: influence of tem-perature and salinity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,* 247:51-65.

Lassus, P., Le Baut, C., Le Dean, L., Bardouill, M., Truquet, P. & Bocquene, G. 1984. The use of harpacticoid copepods for testing the effects of chemicals on larval production. In: Persona, G., Jaspers, E., Claus, C. (Eds.), Ecotoxicological testing for the marine environment, Volume 2. State University Gent and Institute for Marine Science Research. Braden, Belgium.

Long, L. J. & He, W. H. 2002. The effect of various salinity on the growth and reproduction of *Psedocalanus hewmani*. Supplement to the, *Journal of Sun Yat-sen University*, 3:61-63.

Long, L. J. 1995. The elusive copepods: their productivity and suitability in marine aquaculture. *Aquaculture Research,* 31: 703–711.

Lsla, J. A. & Perissinotto, R. 2004. Effects of temperature, salinity and sex on the basal metabolic rate of the estuarine copepod *Pseudodiaptomus hessei*. *Journal of Plankton Research,* 26(5):579-583.

Mauchlin, J. 1998. The Biology of calanoid copepods. Elsevier Academic, Oxford.

Mouny, P. & Dauvin, J. C. 1998 Effect of temperature in laboratory studies on