

تأثیر متقابل دما و شوری بر رشد و تولیدمثل آمفی پود دریای خزر *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky, 1894) در شرایط آزمایشگاهی

- **مهری قنبرزاده***: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، صندوق پستی: ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱
- **علی بانی**: گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، صندوق پستی: ۴۱۳۳۵-۱۹۱۴۱

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۱

چکیده

Pontogammarus maeoticus یک گونه آمفی پود ایی بنتیک است که سازگاری زیادی برای زندگی در مصب‌ها و آب‌های کم‌عمق ساحلی داشته و فراوان‌ترین آمفی پود در سواحل جنوبی دریای خزر می‌باشد. در این مطالعه تأثیر دو فاکتور مهم دما (۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد) و شوری (۴، ۸ و ۱۲ppt) بر نمونه‌های بالغ *P. maeoticus* تحت شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. میزان ماندگاری، رشد و فعالیت تولیدمثلی این گونه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان ماندگاری نمونه‌های بالغ *P. maeoticus* تحت تأثیر متقابل دما-شوری نبود ($P > 0.05$)، ولی میزان ماندگاری در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، بالاتر از سایر دماها بود. رشد نمونه‌های بالغ تابعی از اثر دما-شوری بود ($P < 0.05$). میزان رشد به‌طور قابل ملاحظه‌ای در ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۸ppt، ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۱۲ppt و ۳۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۲ppt در مقایسه با دیگر ترکیبات دما-شوری کم‌تر بود. نمونه‌های بالغ *P. maeoticus* پرورش یافته در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد دوره تولیدمثلی را تقریباً یک هفته زودتر از نمونه‌های پرورش یافته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد آغاز کردند. تفاوت مشخصی بین ترکیبات مختلف دما-شوری از نظر نسبت تعداد نوزادان تولید شده به تعداد مولدین مشاهده نشد ($P > 0.05$). بنابراین برای پرورش نمونه‌های بالغ *P. maeoticus* ترکیب دمایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد و شوری ۸ppt به‌عنوان مطلوب‌ترین ترکیب می‌تواند در نظر گرفته شود.

کلمات کلیدی: آمفی پود، پونتو گاماروس، ماندگاری، رشد، تولید مثل، دما، شوری



مقدمه

آمفی پودها، همانند سایر موجودات خونسرد تحت تأثیر فاکتورهای اکولوژیکی متفاوتی هستند که رشد، تولیدمثل و سایر خصوصیات زیستی آنها را تحت تأثیر قرار می دهد. بنابراین این موجودات باید قادر باشند که خود را با فاکتورهای متغیر محیطی سازگار کنند. از بین فاکتورهای مختلف محیطی، دما به دلیل کنترل میزان متابولیسم و تأثیر بر بازده تولیدمثل و شوری به دلیل تأثیر بر پوست اندازی و موفقیت تولیدمثل، ممکن است به عنوان فاکتورهای محدودکننده فیزیولوژیکی برای تولیدمثل و نیز عامل تعیین کننده الگوهای تاریخیچه زندگی آمفی پودها باشند (۱۲). بنابراین تعیین محدوده درست این فاکتورها حائز اهمیت است. گونه *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky, 1894) متعلق به خانواده گاماریده (Gammaridae) و راسته دوجورپایان (Amphipoda) می باشد. این گونه یک گونه ایپنتیک مربوط به جوامع دارای بستر نرم است و سازگاری زیادی برای زندگی در مصبها و آبهای کم عمق ساحلی دارد. این گونه دارای پراکنش گسترده ای در سرتاسر سواحل جنوبی دریای خزر بوده و فراوان ترین گونه ماکروبنوز در این سواحل محسوب می شود. همچنین این گونه یک غذای مهم برای بسیاری از ماهیان و پرندگان کنارآبری می باشد (۴). مطالعات قبلی انجام شده بر روی گونه *P. maeoticus* بیش تر برای شناسایی بوده و مطالعات در زمینه شاخص های زیستی آنها بسیار محدود می باشد (۱، ۲ و ۴). Mirzajani (۲۰۰۳) زیست شناسی جمعیت این گونه در قسمت های جنوبی دریای خزر را بررسی کرد (۱۳). مراحل مختلف تولیدمثل این گونه توسط نظر حقیقی (۱۳۸۶) مورد بررسی قرار گرفت (۵). هم چنین تکثیر این گونه توسط یآوری و همکاران (۱۳۸۹) مورد بررسی قرار گرفت (۶). در ارتباط با تأثیر همزمان دو فاکتور مهم دما و شوری بر شاخص های زیستی این گونه اطلاعاتی وجود ندارد. بنابراین هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی خصوصیات مهم زیستی گونه *P. maeoticus* تحت تأثیر سطوح مختلف و توأم دما-شوری، با تأکید بر میزان ماندگاری، رشد و تولیدمثل نمونه های بالغ می باشد.

مواد و روش ها

نمونه های *P. maeoticus* در اردیبهشت سال ۱۳۸۸ از سواحل منطقه حسن رود (۲۸' ۳۷°W, ۲۸' ۴۹°N) در نزدیکی

بندر انزلی واقع در استان گیلان توسط توری فلزی دایره ای شکل که در مسیر بازگشت امواج قرار می گرفت، جمع آوری شدند. نمونه های جمع آوری شده درون سطل های پلاستیکی حاوی آب دریا که به اندازه چند سانتی متر ماسه در کف آنها ریخته شده بود، قرار گرفته و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در آزمایشگاه، جهت سازگاری با شرایط آزمایشگاهی نمونه های آمفی پود برای مدت ۴۸ ساعت در یک تانک پلاستیکی (۵ لیتری) که حاوی آب محل زندگی شان و چند سانتی متر ماسه در کف آن بود، قرارداده شدند و به صورت مداوم هوادهی شدند. بعد از سازگاری اولیه، برای تطبیق دادن نمونه ها با دماها و شوری های مورد آزمایش یک استوک از نمونه هایی با طول یکسان (۵/۷±۰/۵ میلی متر) از استوک اصلی جدا و به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط (۱±۲۱ درجه سانتی گراد) و شوری ۸ppt نگه داری شد.

پس از ۳ روز سازگاری، جهت انجام آزمایش اصلی، دو دما و سه شوری استفاده شد که در شش تیمار و هر کدام با سه تکرار به شرح مقابل ترکیب شدند: (۱) ۲۵°C-۴ppt، (۲) ۲۵°C-۸ppt، (۳) ۲۵°C-۱۲ppt، (۴) ۳۰°C-۴ppt، (۵) ۳۰°C-۸ppt، (۶) ۳۰°C-۱۲ppt. آزمایش در شش آکواریوم با ابعاد ۷۹، ۳۴، ۱۶ سانتی متر که در هر کدام سه ظرف پلاستیکی به ابعاد ۲۶، ۱۹، ۱۱ سانتی متر قرار داده شده بودند، انجام شد و در کف هر ظرف نیز یک سانتی متر ماسه فیلتر شده قرار داده شد. جهت تأمین دماهای مورد نظر از بخاری ترموستات دار استفاده شد که در داخل آکواریوم هایی که هر کدام دارای ۴۳ لیتر آب بود، قرار داده شدند. جهت تأمین شوری های مورد آزمایش نیز برای شوری های ۴ و ۸ppt از ترکیب آب دریای فیلتر شده و آب شهر کلرزدایی شده استفاده گردید و برای تأمین شوری ۱۲ppt از مخلوطی از آب دریا و نمک طعام بدون ید استفاده شد. دماها و شوری های مورد استفاده براساس دامنه تغییرات سالانه دما و شوری آب در دریای خزر انتخاب شدند (۳).

بعد از اتمام سازگاری اولیه، به ازای هر ظرف، ۳۰ نمونه آمفی پود به طور تصادفی از استوک جدا سازی شده و به ظروف دارای شوری و دماهای مورد آزمایش منتقل گردیدند. دما به صورت تدریجی نسبت به دمای اولیه استوک در هر دو ساعت ۲ درجه افزایش یافت تا به دمای مورد نظر برسد. رژیم نوری استفاده شده به صورت ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی بود. ظرف ها به صورت روزانه برای هوادهی، نیازهای تغذیه ای و جمع آوری نمونه های مرده بررسی می شدند. ۲۰٪ آب ظرف ها روزانه تعویض می شد و آمفی پودها به اندازه ۸/۵٪ وزن



نتایج

میزان ماندگاری نمونه‌های بالغ *P. maeoticus* تابعی از اثر متقابل دما-شوری نبود ($P>0.05$)، اما تیمار دمایی 30°C در هر سه سطح شوری از لحاظ میزان ماندگاری نمونه‌ها وضعیت بهتری را نسبت به تیمارهای دمایی 25°C نشان داد (شکل ۱). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان مرگ و میر ثبت شده در طول مدت آزمایش، ۷۲ و ۴۷ نمونه بود که به‌ترتیب در دمای 25°C و شوری ۴ و 8ppt و دمای 30°C و 8ppt مشاهده شد.

میزان رشد به‌دست آمده برای نمونه‌های بالغ *P. maeoticus* طی یک دوره هشت هفته‌ای پرورش تحت شرایط مختلف آزمایشگاهی در جدول ۱ نشان داده شده است. میزان رشد نمونه‌های بالغ تابعی از اثر متقابل دما و شوری بود ($P<0.05$) (جدول ۲). آزمون تجزیه واریانس دوطرفه نشان داد که میزان رشد در دمای 30°C و شوری ۴ و 8ppt و دمای 25°C و شوری 4ppt اختلاف قابل ملاحظه‌ای نداشته ولی از میزان رشد در 30°C و 12ppt و 25°C و 12ppt بیش‌تر بود.

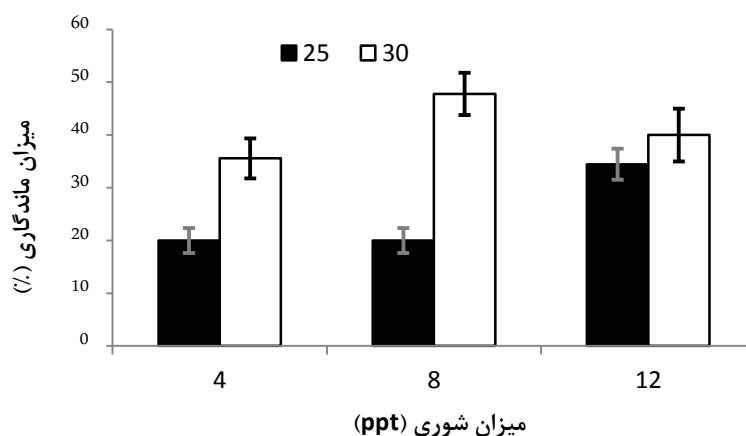
زمان مورد نیاز برای رسیدگی جنسی در دمای 30°C تقریباً $4/5$ هفته و در دمای 25°C تقریباً $5/5$ هفته (برای هر دو در هر سه سطح شوری) تخمین زده شد. نمونه‌های موجود در تیمارهای دمایی 30°C در روز ۳۲ آزمایش و نمونه‌های موجود در تیمارهای دمایی 25°C در روز ۴۰ آزمایش به‌حالت جفت شده درآمدند. در همه تیمارهای مورد آزمایش یک هفته پس از مشاهده نمونه‌های جفت شده نوزادان متولد شدند. نسبت تعداد نوزادان تولید شده به تعداد مولدین بین تیمارهای مختلف دما-شوری یکسان بود ($P>0.05$). با این همه بیش‌ترین تعداد نوزادان تولید شده توسط ماده‌ها در 30°C و 8ppt و کم‌ترین آن در 25°C و 8ppt اتفاق افتاد (شکل ۲).

متوسط بدنشان با سیب‌زمینی پخته تغذیه می‌شدند. دما و شوری به‌صورت روزانه بررسی می‌شد. pH و اکسیژن هر سه روز یک‌بار اندازه‌گیری شد که میزان آن‌ها به‌ترتیب بین ۷-۸ و ۸-۹ میلی‌گرم در لیتر بود. نسبت جنسی (نر: ماده) نمونه‌ها، ۲/۲۷: ۱ تخمین زده شد. احتمال جفت شدن نمونه‌های نر و ماده جهت تعیین دقیق زمان تولد نوزادان به‌صورت روزانه کنترل شد. در طول ۸ هفته آزمایش میزان ماندگاری، میزان رشد و ویژگی‌های تولیدمثلی نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. جهت تخمین میزان ماندگاری از فرمول زیر استفاده شد:

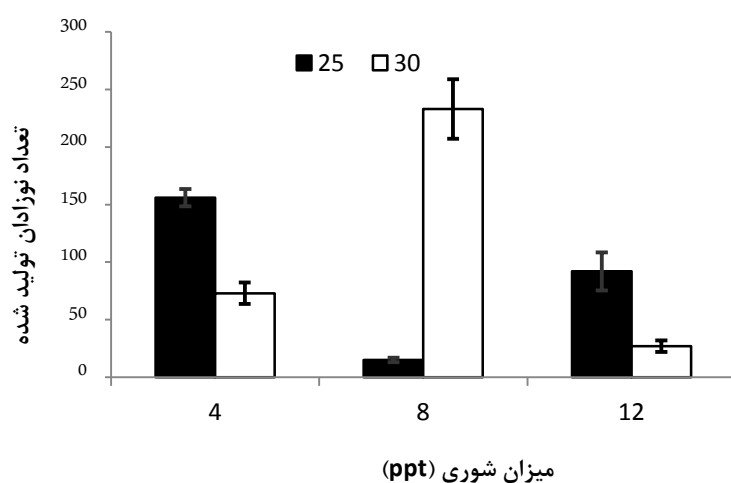
$$S = (N_t/N_0) \times 100$$

که در آن N_t تعداد نهایی و N_0 تعداد اولیه نمونه‌ها است. جهت محاسبه میزان افزایش طولی بدن که به‌عنوان شاخصی از میزان رشد است (۱۸)، طول هر نمونه با استفاده از یک کولیس در پایان دوره آزمایش اندازه‌گیری شد و از اختلاف آن با طول متوسط نمونه‌ها در ابتدای آزمایش، میزان رشد محاسبه شد. با هر بار تعویض آب، نوزادان متولد شده که با چشم غیرمسلح قابل رؤیت بودند، به‌کمک یک پپیت شیشه‌ای از ظرف‌ها جمع‌آوری و سپس شمارش می‌شدند. اطلاعات به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS15 و روش‌های آماری غیرپارامتریک و پارامتریک تجزیه و تحلیل شدند. میزان ماندگاری نمونه‌های بالغ در ارتباط با دماها و شوری‌های مورد آزمایش با استفاده از آزمون مربع‌کای (Chi-square) تعیین شد. تفاوت‌های آماری در رشد نمونه‌های بالغ و نیز نسبت تعداد نوزادان تولید شده به مولدین در ارتباط با دماها و شوری‌های مورد آزمایش به‌کمک تجزیه واریانس دوطرفه (Two-way ANOVA) تعیین شدند. نتایج در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر مقایسه شدند.





شکل ۱: میزان ماندگاری (%) نمونه های بالغ *P. maoticus* طی هشت هفته پرورش تحت شرایط آزمایشگاهی، بارها خطای معیار هستند.



شکل ۲: تعداد نوزادان تولیدشده توسط نمونه های بالغ *P. maoticus* طی هشت هفته پرورش تحت شرایط آزمایشگاهی، بارها خطای معیار هستند.

جدول ۱: میزان رشد (افزایش طولی بدن، میلی متر) نمونه های بالغ *P. maoticus* طی هشت هفته پرورش تحت شرایط آزمایشگاهی

شوری (ppt)	دما (°C)	
	۳۰°C	۲۵
۴	۴/۶۵±۱/۱۶	۴/۸±۱/۷۰
۸	۵/۰۵±۰/۷۱	۳/۹۷±۱/۲۸
۱۲	۴/۰۴±۰/۸۰	۳/۵۸±۰/۹۷

جدول ۲: نتایج حاصل از آنالیز آماری انجام شده برای رشد نمونه‌های بالغ *P. maeoticus*

فاکتور	درجه آزادی (df)	F	مقدار احتمال (P)
دما	۱	۱۰/۸۸	۰/۰۰۱
شوری	۲	۱۶/۷۲	۰/۰۰۰
دما-شوری	۵	۵/۸۱	۰/۰۰۴

بحث

مطالعه حاضر نشان می‌دهد که دما نقش بسیار مهمی را در تاریخچه زندگی *P. maeoticus* بازی می‌کند. گونه *P. maeoticus* خزر یک گونه یوری‌ترم است (۳). مطالعه یآوری و همکاران (۱۳۸۹) تحمل بالای این گونه در محدوده دمایی 15°C تا 35°C را در شرایط آزمایشگاهی نشان داد (۶). بنابراین، این گونه در هر دو دمای مورد آزمایش از خود سازش نشان می‌دهد. میزان ماندگاری در سطوح مختلف شوری روند مشخصی را از خود نشان نداد و بنابراین احتمال می‌رود که شوری تأثیر جزئی بر میزان ماندگاری نمونه‌ها داشته باشد. این نتایج با یافته‌های Neuparth و همکاران (۲۰۰۲) در مورد تأثیر اندک و ناچیز شوری بر میزان ماندگاری نمونه‌های *Gammarmarus locusta* مطابقت دارد (۱۵). در دمای 30°C در مقایسه با دمای 25°C رشد نمونه‌ها بالاتر، رسیدن به سن بلوغ سریع‌تر و زمان تولیدمثل کوتاه‌تر بود و بنابراین انتظار می‌رفت که نرخ مرگ و میر نیز به‌طور قابل توجهی در این دما بالاتر می‌بود اما هیچ اختلاف معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد. Neuparth و همکاران (۲۰۰۲) نیز با بررسی گونه *G. locusta* در شرایط آزمایشگاهی با ترکیب دو دما (15°C و 20°C) و دو سطح شوری (۲۰ و ۳۳ppt) به نتایج مشابهی دست یافتند، بدین‌صورت که بین دو دما اختلاف معنی‌داری از نظر میزان مرگ و میر وجود نداشت (۱۵). Prato و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که در خانواده Gammaridae افزایش طول بدن دارای ارتباط مستقیم با افزایش رشد می‌باشد (۱۸). با توجه به این موضوع، در این پژوهش طول بدن به‌عنوان یکی از شاخص‌های قابل اندازه‌گیری و بیان‌کننده میزان رشد نمونه‌های بالغ در نظر گرفته شد. میزان رشد نمونه‌های *P. maeoticus* تحت شرایط مختلف آزمایشگاهی تحت تأثیر دما-شوری بود و نرخ بالاتر رشد در دمای بالاتر اتفاق افتاد. براساس یافته‌های Maranhao

و Marques (۲۰۰۳) رشد نمونه‌های آمفی‌پود وابسته به فرایندهای فیزیولوژیکی است که به‌وسیله دما تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۲). گزارشاتی در ارتباط با تأثیر هم‌زمان دما و شوری بر رشد گونه‌های مختلف سخت‌پوستان وجود دارد. در مطالعه‌ای که توسط Maranhao و Marques (۲۰۰۳) بر روی گونه *Echinogammarus marinus* با ترکیب سه دما (10°C ، 15°C و 20°C) و چهار شوری (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ppt) انجام گرفت، نتایج حاکی از آن بود که رشد در تمام تیمارها انجام می‌گیرد (۱۲). Pockl و همکاران (۲۰۰۳) با آزمایش بر روی دو گونه *Gammarus fossarum* و *G. roesel* در محدوده دمایی $20/3^{\circ}\text{C}$ - $3/8^{\circ}\text{C}$ به این نتیجه رسید که در دمای $20/3^{\circ}\text{C}$ میزان رشد نوزادان تازه متولد شده و نمونه‌های بالغ هر دو گونه ذکر شده بیش‌تر از دماهای پایین‌تر از آن بود (۱۷). یافته‌های یآوری و همکاران (۱۳۸۹) بر روی گونه *P. maeoticus* نیز همین نتایج یعنی افزایش میزان رشد به‌ازای افزایش دما را نشان داد (۶).

جابر (۱۳۷۶) نشان داد که گونه *P. maeoticus* در محیط زیست طبیعی خود در دریای خزر در تمام طول سال دارای فعالیت تولیدمثلی است، با این حال فعالیت تولیدمثلی این گونه در تمام طول سال یکسان نمی‌باشد و برخی فاکتورها از قبیل دمای آب می‌تواند روی این امر تأثیرگذار باشد (۱). به‌طور کلی فعالیت تولیدمثلی در آمفی‌پودها در ارتباط با دما می‌باشد (۸)، ۲۲، ۱۱، ۱۹ و ۲۰. این ارتباط به‌طور واضح مطابق با نتایج آزمایشگاهی حاصل از این پژوهش بود، به‌طوری‌که افزایش دما از 25°C به 30°C منجر به تسریع رسیدگی جنسی نمونه‌ها شد. Mirzajani (۲۰۰۳) در مطالعه خود بر روی گونه *P. maeoticus* دریای خزر به این نتیجه رسید که فعالیت تولیدمثلی این گونه در تمام طول سال ادامه دارد و این گونه دارای دو پیک تولیدمثلی (در ماه‌های دی و تیر) می‌باشد (۱۳). در آزمایشی که توسط Vlasblom (۱۹۶۹) بر روی گونه *E. marinus*



تشکر و قدردانی

بدین وسیله از خانم مهندس فاطمه نظر حقیقی و خانم مهندس لیلا یآوری جهت راهنمایی‌های ارزنده در انجام این پژوهش و جناب آقای مهندس علیرضا میرزاجانی که در شناسایی گونه آمفی پود مورد آزمایش یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. جابر، ل.، ۱۳۷۶. بررسی مقدماتی بیولوژی آمفی پودهای دریای خزر (منطقه نور و سواحل همجوار). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۴ صفحه.
۲. جابر، ل. و حسن زاده کیایی، ب.، ۱۳۷۷. شناسایی و بررسی بیولوژیکی از آمفی پودهای خط ساحلی جنوب دریای خزر. پژوهش و سازندگی. سال ۱۱، شماره ۳۹. صفحات ۵۷ تا ۶۳.
۳. شریعتی، ا.، ۱۳۷۸. اکولوژی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۷۶ صفحه.
۴. میرزاجانی، ع.، ۱۳۷۶. شناسایی و بوم‌شناسی ناجورپایان حوزه آبریز دریای خزر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه منابع طبیعی تهران. ۱۳۷ صفحه.
۵. نظر حقیقی، ف.، ۱۳۸۶. مطالعه مراحل تولیدمثل آمفی پود (ناجورپایان) دریای خزر (*Pontogammarus aeoticus*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم پایه دانشگاه گیلان. ۷۳ صفحه.
۶. یآوری، ل.؛ شعبانی‌پور، ن. و حیدری، ب.، ۱۳۸۹. شرایط بهینه دمایی جهت ماندگاری، تولیدمثل و رشد طولی پونتوگاماروس دریای خزر *Pontogammarus aeoticus* (Sowinsky, 1894) مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۲، شماره ۳. صفحات ۱۴۱-۱۵۰.
7. Beare, D.J. and Moore, P.G., 1996. The distribution and reproduction of *Pontocrates arenarius* and *P. altamarinus* (Crustacea: Amphipoda) at Millport, Scotland. J. Mar. Biol. Assoc. UK. Vol. 76, pp: 931-950.
8. Borowsky, B., 1980. Reproductive patterns of three intertidal salt-marsh gammaridean amphipods. Mar. Biol. Vol. 55, pp: 327-334.
9. Costa, F.O. and Costa, M.H., 1999. Life history of the amphipod *Gammarus locustain* the Sado estuary. Acta Oecol. Vol. 24, pp: 305-314.

انجام شد ارتباط مشابهی مشاهده شد، که طی این مطالعه یک افزایش سریع در فعالیت تولیدمثلی آن از دمای ۵ °C به ۱۰ °C اتفاق افتاد (۲۱). Marques و Maranhao (۲۰۰۳) در مطالعات آزمایشگاهی خود بر روی گونه *E. marinus* نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند (۱۲). گزارشات Neuparth و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان داد که تولید نوزادان در دمای بالاتر (۲۰ °C) دو هفته زودتر از دمای پایین‌تر (۱۵ °C) اتفاق می‌افتد و مدت زمان مورد نیاز برای رسیدگی جنسی در نوزادان تازه تولد یافته *G. locusta* در ۲۰ °C و ۳۳ppt، پنج هفته و در ۱۵ °C و ۳۳ppt هفت هفته بود (۱۵).

براساس نتایج به‌دست آمده نسبت تعداد تولید نوزادان به تعداد مولدین یکسان بود، اما از لحاظ عددی این نسبت در تیمارهایی که دارای میزان رشد (طول بزرگ‌تر) بالاتری بوده‌اند (۳۰-۴۰ppt و ۲۵-۴۰ppt) بیش‌تر بوده است. در مورد بسیاری از گونه‌های آمفی پود بین تعداد نوزادان رها شده و اندازه ماده‌ها ارتباط مشخصی وجود دارد (۷، ۹، ۱۶ و ۱۰). وجود چنین ارتباطی در مورد گونه *P. maeoticus* خزر نیز به اثبات رسیده است. Mirzajani و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند که در این گونه ارتباط خطی مشخصی بین طول بدن ماده‌ها و تعداد تخم‌ها وجود دارد (۱۴). یافته‌های Prato و همکاران (۲۰۰۶) بر روی گونه *Gammarus aequicaud* و نیز یافته‌های Maranhao و Marques (۲۰۰۳) بر روی گونه *E. marinus* نیز حاکی از نسبت بالاتر تعداد نوزادان تولید شده به مولدین در تیمارهایی که دارای رشد بیش‌تری بوده‌اند، می‌باشد (۱۸ و ۱۲). با توجه به یافته‌های اخیر در مورد نتایج به‌دست آمده در این پژوهش نیز می‌توان اظهار داشت که نمونه‌های موجود در تیمار ۳۰ °C و ۸ppt و ۲۵ °C و ۴۰ppt طی هشت هفته آزمایش نسبت به تیمارهای دمایی دیگر به بیش‌ترین میزان رشد رسیده‌اند. در نتیجه با توجه به این که نمونه‌های این تیمارها بزرگ‌تر بوده‌اند، بنابراین این امر که میزان تولید نوزادان در این تیمارها بیش‌تر باشد، چندان دور از انتظار نیست.

در مجموع با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش مطلوب‌ترین وضعیت برای پرورش *P. maeoticus* به‌عنوان غذای زنده هم از نظر ماندگاری و هم رشد و تولیدمثل در تیمار دمایی ۳۰ °C و شوری ۸ppt به‌دست آمد. بنابراین این تیمار به‌عنوان مطلوب‌ترین تیمار برای پرورش این گونه آبی معرفی می‌شود.



- reproductive cycles in *Gammarus* species (Crustacea: Amphipoda). Amer. Zool. Nol. 26, pp: 459-467.
20. **Takeuchi, I. and Hirano, R., 1991.** Growth and reproduction of *Caprelladanilevskii* (Crustacea: Amphipoda) reared in the laboratory. Mar. Biol. Vol. 110, pp: 391-397.
 21. **Vlasblom, A.G., 1969.** A study of a population of Marine *gammarus marinus* (Leach) in the Oosterschelde. Estuar. Cost. Mar. sci. Vol. 11, pp: 593-604.
 22. **Welton, J.S. and Clarke, R.T., 1980.** Laboratory studies on the reproduction and growth of the amphipod. *Gammarus pulex* (L.). J. Anim. Ecol. Vol. 49, pp: 581-592.
 10. **Cunha, M.R.; Sorbe, J.C. and Moreira, M.H., 2000b.** The amphipod *Corophium multi setosum* (Corophiidae) in Ria de Aveiro (NW Portugal). I. Life history and aspects of reproductive biology. Mar. Biol. Vol. 132, pp: 637-650.
 11. **Fredette, T.J. and Diaz, R., 1986.** Life history of *Gammarus mucronatus* Say (Amphipoda: Gammaridae) in warm temperate estuarine habitats, York River, Virginia. J. Crust. Biol. Vol. 6, No. 1, pp: 57-78.
 12. **Maranhao, P. and Marques, J.C., 2003.** The influence of temperature and salinity on the duration of embryonic development, fecundity and growth of the amphipod *Echinogammarus marinus* Leach (Gammaridae). Acta Oecol. Vol. 24, pp: 5-13.
 13. **Mirzajani, A.R., 2003.** A study on population biology of *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky, 1894) in Bandar Anzali, southwest Caspian Sea. Zool. Middle East. Vol. 30, pp: 61-68.
 14. **Mirzajani, A.R.; Sayadrahim, M. and Sari, A.R., 2011.** Reproductive Traits of Some Amphipods (Crustacea: Peracarida) in Different Habitats of Iran and Southern Caspian Sea. Int. J. Zool. Vol. 30 pp: 59-69
 15. **Neuparth, T.; Costa, F.O. and Costa, M.H., 2002.** Effect of Temperature and Salinity on Life History of the Marine Amphipod *Gammarus locusta*. Implication for Ecotoxicological Testing. Ecotoxicology. Vol. 11, No. 1, pp: 61-73.
 16. **Persson, L.E., 1999.** Growth and reproduction in two brackish water population of *Orchestia gammarellus* (Amphipoda: Talitridae) in the Baltic Sea. J. Crustacean Biol. Vol. 19, pp: 53-59.
 17. **Pockl, M.; Webb, B.W. and Sutcliffe, D.W., 2003.** Life history and reproductive capacity of *Gammarus fossarum* and *G. roeseli* (Crustacea: Amphipoda) under naturally fluctuating water temperatures: a simulation study. Freshwater Biol. Vol. 48, No. 4, pp: 53-66.
 18. **Prato, E.; Biandolino, F. and Scardicchio, C., 2006.** Postembryonic Growth Development and Reproduction of *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931) (Gammaridae) in Laboratory Culture. Zool. Stud. Vol. 45, pp: 503-509.
 19. **Steele, V. J. and Steele, D.H., 1986.** The influence of photoperiod on the timing of

