# تأثیر متقابل دما و شوری بر رشد و تولیدمثل آمفی‌پود دریای خزر *Pontogammarus maeoticus (Sowinsky, ۱۸۹۴)* در شرایط آزمایشگاهی


- **مهری قنبرزاده***: گروه شیلات، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، صندوق‌پستی:۸۳۱۱۱-۸٤۱٥٦
- **علی بانی**: گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، صندوق پستی:۱۹۱٤۱-٤۱۳۳٥


تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۲

## چکیده

**_Pontogammarus maeoticus_ یک گونه آمفی‌پود اپی‌بنتیک است که سازگاری زیادی برای زندگی در مصب‌ها و آب‌های کم‌عمق ساحلی داشته و فراوان‌ترین آمفی‌پود در سواحل جنوبی دریای خزر می‌باشد. در این مطالعه تأثیر دو فاکتور مهم دما (۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد) و شوری (٤، ۸ و۱۲ppt) 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>۰/۰۵)، ولی میزان ماندگاری در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، بالاتر از سایر دماها بود. رشد نمونه‌های بالغ تابعی از اثر دما-شوری بود (P<۰/۰۵). 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>۰/۰۵). 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:** آمفی‌پودا، پونتو گاماروس، ماندگاری، رشد، تولید مثل، دما، شوری



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mehrna.ghanbarzadeh@gmail.com

## مقدمه

آمفی‌پودها، همانند سایر موجودات خونسرد تحت تأثیر فاکتورهای اکولوژیکی متفاوتی هستند که رشد، تولیدمثل و سایر خصوصیات زیستی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین این موجودات باید قادر باشند که خود را با فاکتورهای متغیر محیطی سازگار کنند. از بین فاکتورهای مختلف محیطی، دما به‌دلیل کنترل میزان متابولیسم و تأثیر بر بازده تولیدمثلی و شوری به‌دلیل تأثیر بر پوست‌اندازی و موفقیت تولیدمثلی، ممکن است به‌عنوان فاکتورهای محدودکننده فیزیولوژیکی برای تولیدمثل و نیز عامل تعیین‌کننده الگوهای تاریخچه زندگی آمفی‌پودها باشند (۱۲). بنابراین تعیین محدوده درست این فاکتورها حائز اهمیت است. گونه *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky, ۱۸۹۴) متعلق به خانواده گاماریده (Gammaridae) و راسته دوجورپایان (Amphipoda) می‌باشد. این گونه یک گونه اپی‌بنتیک مربوط به جوامع دارای بستر نرم است و سازگاری زیادی برای زندگی در مصب‌ها و آب‌های کم عمق ساحلی دارد. این گونه دارای پراکنش گسترده‌ای در سرتاسر سواحل جنوبی دریای خزر بوده و فراوان‌ترین گونه ماکروبنتوز در این سواحل محسوب می‌شود. هم‌چنین این گونه یک غذای مهم برای بسیاری از ماهیان و پرندگان کنارآبزی می‌باشد (۴). مطالعات قبلی انجام شده بر روی گونه *P. maeoticus* بیش‌تر برای شناسایی بوده و مطالعات در زمینه شاخص‌های زیستی آن‌ها بسیار محدود می باشد (۱، ۲ و ۴). Mirzajani (۲۰۰۳) زیست‌شناسی جمعیت این گونه در قسمت‌های جنوبی دریای خزر را بررسی کرد (۱۳). مراحل مختلف تولیدمثل این گونه توسط نظرحقیقی (۱۳۸۶) مورد بررسی قرار گرفت (۵). هم‌چنین تکثیر این گونه توسط یاوری و همکاران (۱۳۸۹) مورد بررسی قرار گرفت (۶). در ارتباط با تأثیر همزمان دو فاکتور مهم دما و شوری بر شاخص‌های 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 نمونه‌های بالغ می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

نمونه‌های *P. maeoticus* در اردیبهشت سال ۱۳۸۸ از سواحل منطقه حسن رود (N ۴۹° ۲۸', W۳۷° ۲۸') در نزدیکی بندرانزلی واقع در استان گیلان توسط توری فلزی دایره‌ای شکل که در مسیر بازگشت امواج قرار می‌گرفت، جمع‌آوری شدند. نمونه‌های جمع‌آوری شده درون سطل‌های پلاستیکی حاوی آب دریا که به‌اندازه چند سانتی‌متر ماسه در کف آن‌ها ریخته شده بود، قرار گرفته و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در آزمایشگاه، جهت سازگاری با شرایط آزمایشگاهی نمونه‌های آمفی‌پود برای مدت ۴۸ ساعت در یک تانک پلاستیکی (۵ لیتری) که حاوی آب محل زندگی‌شان و چند سانتی‌متر ماسه در کف آن بود، قرارداده شدند و به‌صورت مداوم هوادهی شدند. بعد از سازگاری اولیه، برای تطبیق دادن نمونه‌ها با دماها و شوری‌های مورد آزمایش یک استوک از نمونه‌هایی با طول یکسان (۰/۵±۷/۵ میلی‌متر) از استوک اصلی جدا و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط (۱±۲۱ درجه سانتی‌گراد) و شوری ۸ppt نگه‌داری 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 به‌شرح مقابل ترکیب شدند: (۱) $^{\circ}$۲۵-۴ppt، (۲) $^{\circ}$۲۵-۸ppt، (۳) $^{\circ}$۲۵-۱۲ppt، (۴) $^{\circ}$۳۰-۴ppt، (۵) $^{\circ}$۳۰-۸ppt، (۶) $^{\circ}$۳۰-۱۲ppt. آزمایش در شش آکواریوم با ابعاد ۷۹،۳۴،۱۶ سانتی‌متر که در هر کدام سه ظرف پلاستیکی به ابعاد ۲۶،۱۹،۱۱ سانتی‌متر قرار داده شده بودند، انجام شد و در کف هر ظرف نیز یک سانتی‌متر ماسه فیلتر شده قرار داده شد. جهت تأمین دماهای مورد نظر از بخاری ترموستات‌دار استفاده شد که در داخل آکواریوم‌هایی که هر کدام دارای ۴۳ لیتر آب بود، قرار داده شدند. جهت تأمین شوری‌های مورد آزمایش نیز برای شوری‌های 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 شوری‌های 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 آمفی‌پود به‌طور تصادفی از استوک جدا سازی شده و به ظروف دارای شوری و دماهای مورد آزمایش منتقل گردیدند. دما به‌صورت تدریجی نسبت به دمای اولیه استوک در هر دو ساعت ۲ درجه افزایش یافت تا به دمای مورد نظر برسد. رژیم نوری استفاده شده به‌صورت ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی بود. ظرف‌ها به‌صورت روزانه برای هوادهی، نیازهای تغذیه‌ای و جمع‌آوری نمونه‌های مرده بررسی می‌شدند. ۲۰٪ آب ظرف‌ها روزانه تعویض می‌شد و آمفی‌پودها به اندازه ۸/۵٪ وزن

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 ۸-۷ و ۹-۸ 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:

$S=(N_t/N.)\times 100$

که در آن $N_t$ تعداد نهایی و $N.$ تعداد اولیه نمونه‌ها است.

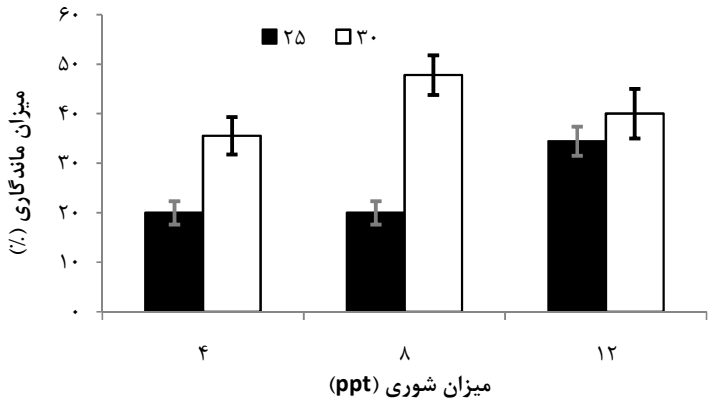
جهت محاسبه میزان افزایش طولی بدن که به‌عنوان شاخصی از میزان رشد است (۱۸)، طول هر نمونه با استفاده از یک کولیس در پایان دوره آزمایش اندازه‌گیری شد و از اختلاف آن با طول متوسط نمونه‌ها در ابتدای آزمایش، میزان رشد محاسبه شد. با هر بار تعویض آب، نوزادان متولد شده که با چشم غیرمسلح قابل رؤیت بودند، به‌کمک یک پیپت شیشه‌ای از ظرف‌ها جمع‌آوری و سپس شمارش می‌شدند. اطلاعات به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS۱۵ 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 نوزادن تولید شده به مولدین در ارتباط با دماها و شوری‌های موردآزمایش‌به‌کمک تجزیه واریانس دوطرفه(Two-way ANOVA) تعیین شدند. نتایج در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر مقایسه شدند.

## نتایج

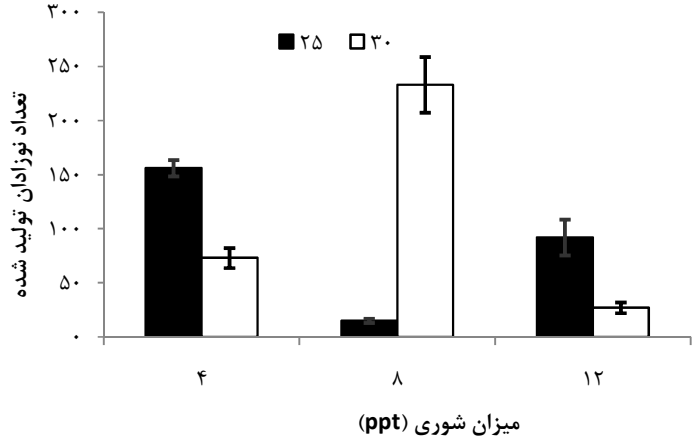
میزان ماندگاری نمونه‌های بالغ *P. maeoticus* تابعی از اثر متقابل دما- شوری نبود ($P>0/05$)، اما تیمار دمایی $30^{\circ}c$ در هر سه سطح شوری از لحاظ میزان ماندگاری نمونه‌ها وضعیت بهتری را نسبت به تیمارهای دمایی $25^{\circ}c$ نشان داد (شکل ۱). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان مرگ و میر ثبت شده در طول مدت آزمایش، ۷۲ و ۴۷ نمونه بود که به‌ترتیب در دمای $25^{\circ}c$ و شوری ۴ و ۸ppt و دمای $30^{\circ}c$ و ۸ppt 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 $30^{\circ}c$ و شوری ۴ و ۸ppt و دمای $25^{\circ}c$ و شوری ۴ppt اختلاف قابل ملاحظه‌ای نداشته ولی از میزان رشد در $30^{\circ}c$ و ۱۲ppt و $25^{\circ}c$ و ۱۲ و ۸ppt بیش‌تر بود.

زمان مورد نیاز برای رسیدگی جنسی در دمای $30^{\circ}c$ تقریباً ۴/۵ هفته و در دمای $25^{\circ}c$ تقریباً ۵/۵ هفته (برای هر دو در هر سه سطح شوری) تخمین زده شد. نمونه‌های موجود در تیمارهای دمایی $30^{\circ}c$ در روز ۳۲ آزمایش و نمونه‌های موجود در تیمارهای دمایی $25^{\circ}c$ 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 $30^{\circ}c$ و ۸ppt و کم‌ترین آن در $25^{\circ}c$ و ۸ppt اتفاق افتاد (شکل ۲).




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




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

**جدول ۱: میزان رشد (افزایش طولی بدن، میلی‌متر) نمونه‌های بالغ *P. maeoticus* طی هشت هفته پرورش تحت شرایط آزمایشگاهی**

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

**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 یاوری و همکاران (۱۳۸۹) تحمل بالای این گونه در محدوده دمایی $15^{\circ}c$ تا $35^{\circ}c$ را در شرایط آزمایشگاهی نشان داد (۶). بنابراین، این گونه در هر دو دمای مورد آزمایش از خود سازش نشان می‌دهد. میزان ماندگاری درسطوح 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 *Gasmmarus locusta* مطابقت دارد (۱۵). در دمای $30^{\circ}c$ در مقایسه با دمای $25^{\circ}c$ 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 (۱۵و $20^{\circ}c$) 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 (۱۰،۱۵ و $20^{\circ}c$) 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 $20/2^{\circ}c$- ۳/۸ به این نتیجه رسید که در دمای $20/2^{\circ}c$ میزان رشد نوزادان تازه متولد شده و نمونه‌های بالغ هر دو گونه ذکر شده بیش‌تر از دماهای پایین‌تر از آن بود (۱۷). یافته‌های یاوری 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). به‌طورکلی 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 ۲۵ به $30^{\circ}c$ 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*

انجام شد ارتباط مشابهی مشاهده شد، که طی این مطالعه یک افزایش سریع در فعالیت تولیدمثلی آن از دمای ۵ به $^{\circ c}$۱۰ اتفاق افتاد (۲۱). Maranhao و Marques(۲۰۰۳) در مطالعات آزمایشگاهی خود بر روی گونه *E. marinus* نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند (۱۲). گزارشات Neuparth و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان داد که تولید نوزادان در دمای بالاتر ($^{\circ c}$۲۰) دو هفته زودتر از دمای پایین‌تر ($^{\circ c}$۱۵) اتفاق می‌افتد و مدت زمان مورد نیاز برای رسیدگی جنسی در نوزادان تازه تولد یافته *G. locusta* در $^{\circ c}$۲۰ و ۳۳ppt ، پنج هفته و در $^{\circ c}$۱۵و 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 ($^{\circ c}$۳۰-8ppt و $^{\circ c}$۲۵-4ppt) بیش‌تر بوده است. در مورد بسیاری از گونه‌های آمفی‌پود 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 $^{\circ c}$۳۰ و 8ppt و $^{\circ c}$۲۵ و4ppt طی هشت هفته آزمایش نسبت به تیمارهای دمایی دیگر به بیش‌ترین میزان رشد رسیده‌اند. در نتیجه با توجه به این‌که 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 $^{\circ c}$۳۰ و شوری 8ppt به‌دست آمد. بنابراین این تیمار به‌عنوان مطلوب‌ترین تیمار برای پروش این گونه آبزی معرفی می‌شود.

## تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از خانم مهندس فاطمه نظرحقیقی و خانم مهندس لیلا یاوری جهت راهنمایی‌های ارزنده در انجام این پژوهش و جناب آقای مهندس علیرضا میرزاجانی که در شناسایی گونه آمفی‌پود مورد آزمایش یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## منابع


۱. **جابر، ل.، ۱۳۷۶.** بررسی مقدماتی بیولوژی آمفی‌پودهای دریای خزر(منطقه نور و سواحل همجوار). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه تربیت‌مدرس. ۱۲۴ صفحه.

۲. **جابر، ل. و حسن زاده کیابی، ب.، ۱۳۷۷.** شناسایی و بررسی بیولوژیکی از آمفی‌پودهای خط ساحلی جنوب دریای خزر . پژوهش و سازندگی. سال ۱۱، شماره۳۹. 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 کارشناسی‌ارشد. دانشگاه منابع طبیعی تهران. ۱۳۷ صفحه.

۵. **نظرحقیقی، ف.، ۱۳۸۶.** مطالعه مراحل تولیدمثل آمفی‌پود (ناجورپایان) دریای خزر( *Pontogammarusm aeoticus*). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشکده علوم پایه دانشگاه گیلان. ۷۳ صفحه.

۶. **یاوری، ل.؛ شعبانی‌پور، ن. و حیدری، ب.، ۱۳۸۹.** شرایط بهینه دمایی جهت ماندگاری، تولیدمثل و رشد طولی *پونتوگاماروس* دریای خزر *Pontogammarusm aeoticus* (Sowinsky, ۱۸۹۴). مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۲، شماره ۳، صفحات ۱۴۱-۱۵۰.

۷. **Beare, D.J. and Moore, P.G., ۱۹۹۶**. The distribution and reproduction of *Pontcrates arenarius* and *P. altamarinus* (Crustacea: Amphipoda) at Millport, Scotland. J. Mar. Biol. Assoc. UK. Vol. ۷۶, pp: ۹۳۱-۹۵۰.

۸. **Borowsky, B., ۱۹۸۰**. Reproductive patterns of three intertidal salt-marsh gammaridean amphipods. Mar. Biol. Vol. ۵۵, pp: ۳۲۷–۳۳۴.

۹. **Costa, F.O. and Costa, M.H., ۱۹۹۹**. Life history of the amphipod *Gammarus locusta*in theSado estuary. ActaOecol. Vol. ۲۴, pp: ۳۰۵-۳۱۴.

۱۰. **Cunha, M.R.; Sorbe, J.C. and Moreira, M.H., ۲۰۰۰b**. The amphipod *Corophium multi setosum* (Corophiidae) in Ria de Aveiro (NW Portugal). I. Life history and aspects of reproductive biology. Mar. Biol. Vol. ۱۳۲, pp: ۶۳۷-۶۵۰.

۱۱. **Fredette, T.J. and Diaz, R., ۱۹۸۶**. Life history of *Gammarus mucronatus* Say (Amphipoda: Gammaridae) in warm temperate estuarine habitats, York River, Virginia. J. Crust. Biol. Vol. ۶, No. ۱, pp: ۵۷–۷۸.

۱۲. **Maranhao, P. and Marques, J.C., ۲۰۰۳**. The influence of temperature and salinity on the uration of embryonic development, fecundity and growth of the amphipod *Echinogammarus marinus* Leach (Gammaridae). ActaOecol. Vol. ۲۴, pp: ۵-۱۳.

۱۳. **Mirzajani, A.R., ۲۰۰۳**. A study on population biology of *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky, ۱۸۹۴) in Bandar Anzali, southwest Caspian Sea. Zool. Middle East. Vol. ۳۰, pp: ۶۱-۶۸.

۱۴. **Mirzajani, A.R.; Sayadrahim, M. and Sari, A.R., ۲۰۱۱**. Reproductive Traits of Some Amphipods (Crustacea: Peracarida) in Different Habitats of Iran and Southern Caspian Sea. Int. J. Zool. Vol. ۳۰ pp: ۵۹-۶۹

۱۵. **Neuparth, T.; Costa, F.O. and Costa, M.H., ۲۰۰۲**. Effect of Tempratureana Salinity onLife History of the Marine Amphipod *Gammaruslocusta.*Implication for Ecotoxicological Testing. Ecotoxicology. Vol. ۱۱, No. ۱, pp: ۶۱-۷۳.

۱۶. **Persson, L.E., ۱۹۹۹**. Growth and reproduction in two brackish water population of *Orchestia gammarellus* (Amphipoda: Talitridae) in the Baltic Sea. J. Crustacean Biol. Vol. ۱۹, pp: ۵۳-۵۹.

۱۷. **Pockl, M.; Webb, B.W. and Sutcliff, D.W., ۲۰۰۳**. Life history and reproductive capacity of *Gammarusfossarum* and *G. roeseli* (Crustacea: Amphipoda) under naturally fluctuating water temperatures: a simulation study. Freshwater Biol. Vol. ۴۸, No. ۴, pp: ۵۳-۶۶.

۱۸. **Prato, E.; Biandolino, F. and Scardicchio, C., ۲۰۰۶**.Postembryonic Growth Development and Reproduction of *Gammarus aequicauda* (Martynov, ۱۹۳۱) (Gammaridae)in Laboratory Culture. Zool. Stud. Vol. ۴۵, pp: ۵۰۳-۵۰۹.

۱۹. **Steele, V. J. and Steele, D.H., ۱۹۸۶**. The influence of photoperiod on the timing of reproductive cycles in *Gammarus*species (Crustacea.Amphipoda). Amer. Zool. Nol. ۲۶, pp: ۴۵۹–۴۶۷.

۲۰. **Takeuchi, I. and Hirano,R., ۱۹۹۱**. Growth and reproduction of *Caprelladanilevskii* (Crustacea: Amphipoda) reared in the laboratory. Mar. Biol. Vol. ۱۱۰, pp: ۳۹۱–۳۹۷.

۲۱. **Vlasblom, A.G., ۱۹۶۹**. A study of a population of Marine *gammarus marinus* (Leach) in the Oosterschelde. Estuar. Cost. Mar. sci. Vol. ۱۱, pp: ۵۹۳-۶۰۴.

۲۲. **Welton, J.S. and Clarke, R.T., ۱۹۸۰**. Laboratory studies on the reproduction and growth of the amphipod. *Gammarus pulex* (L.). J. Anim. Ecol. Vol. ۴۹, pp: ۵۸۱–۵۹۲.

# Effects of salinity-temperature combination on growth and reproduction of the Caspian Amphipod, *Pontogammarus maeoticus (Sowinsky, 1894)*, under laboratory condition


- **Mehri Ghanbarzadeh*:** Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, P.O.Box: 84156-83111, Isfahan, Iran
- **Ali Bani:** Department of Marine Biology, Faculty of Science, the University of Guilan, P.O.Box: 41335-19141, Rasht, Iran


Received: March 2013 Accepted: May 2013

**Keywords:** Amphipoda, *Pontogammarus maeoticus*, survival, growth, reproduction, Temperature, salinity


# Abstract

*Pontogammarus maeoticus* is an epibenthic amphipod that is very well adapted to life in estuaries and shallow coastal waters. In the southern coasts of the Caspian Sea, this species is the most abundant macrofaunal species. In the present study, the effect of two important environmental factors, temperature (25 and 30°C) and salinity (4, 8 and 12ppt), on the life history of adult individuals of *P. maeoticus* was analyzed in laboratory to assess survival rate, growth and reproductive characters. The results of this study showed that survival rates of adult individuals were similar ($P>0.05$) among different treatments, despite higher survival rate at 30°C. The growth rate of adult individuals was significantly affected by temperature-salinity interaction ($P<0.05$). The growth rate was significantly lower in 25°C -8 and 12ppt and 30°C-12ppt compared with the other combinations of temperature-salinity. Adult individuals of *P. maeoticus* at 25°C required one week more time than those reared at 30°C to complete their sexual maturation period. The relative number of released offspring showed no considerable difference among the different temperature-salinity conditions ($P>0.05$). In overall, the combination of 30°C and 8ppt can be considered as the optimal temperature-salinity condition for culture of adult *P. maeoticus*.




* Corresponding Author's email: mehrna.ghanbarzadeh@gmail.com