

## شرایط بهینه دمایی جهت ماندگاری، تولید مثل و رشد طولی پونتوگاماروس دریای خزر *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky, 1894)

لیلا یآوری؛ نادر شعبانی پور و بهروز حیدری\*

Bheidari@guilan.ac.ir

گروه زیست شناسی دانشکده علوم، دانشگاه گیلان، رشت

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۸۹

### چکیده

در این تحقیق اثر درجه حرارت‌های مختلف بر میزان ماندگاری، تعداد نوزاد تولید شده و میزان رشد بالغین پونتوگاماروس دریای خزر (*Amphipoda*; *Pontogammarus maeoticus*) جهت تعیین شرایط بهینه دمایی بررسی شده است. بدین منظور ۵ سطح دمایی (۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتیگراد) با میانگین ( $\pm$  انحراف استاندارد) درجه شوری ثابت  $7/1 \pm 0/2$  در نظر گرفته شد. نمونه برداری از سواحل حسن رود استان گیلان انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین درصد ماندگاری در تیمار ۲۰ درجه سانتیگراد بود (۹۵/۵۶ درصد) و پس از آن روند نزولی معنی داری مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). بطوریکه در تیمار ۳۵ درجه سانتیگراد، تمام نمونه‌ها در روز هیجدهم تلف شدند. از تیمار ۱۵ تا تیمار ۲۵ درجه سانتیگراد، تعداد نوزاد تولید شده روند صعودی معنی داری داشت ( $P < 0.05$ ) که در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، اوج این تولید بود ( $21/3 \pm 2/4$  تعداد نوزاد). همچنین کمترین میزان تعداد نوزاد تولید شده در تیمار ۱۵ درجه سانتیگراد ( $1/3 \pm 2/4$  تعداد نوزاد) گزارش شد. رشد طولی معنی داری در نمونه‌ها از تیمار ۱۵ تا تیمار ۳۰ درجه سانتیگراد دیده شد ( $P < 0.05$ ) بطوریکه بالاترین رشد طولی در آخرین تیمار ( $5/76 \pm 0/1$  میلیمتر) و کمترین آن در اولین تیمار ( $1/77 \pm 0/06$  میلیمتر) مشاهده شد. در مجموع، دمای ۲۵ درجه سانتیگراد جهت حصول "بالاترین نوزاد در واحد زمان"، دمای ۲۰ درجه سانتیگراد جهت "ماندگاری بالا" و دمای ۳۰ درجه سانتیگراد رسیدن به نمونه‌هایی با "حداکثر رشد" معرفی می‌شوند که از بین آنها می‌توان دمای ۲۵ درجه سانتیگراد را جهت پرورش پونتوگاماروس بعنوان غذای زنده آبزیان پیشنهاد کرد.

**کلمات کلیدی:** رشد، تولید مثل، ماندگاری، دما، پونتوگاماروس، دریای خزر

\* نویسنده مسئول

## مقدمه

در سالهای اخیر آبی، پروری رشد فزاینده‌ای داشته و تکثیر و پرورش انواع مختلف گونه‌های آبی در شرایط مصنوعی رایج گردیده است. در این میان استفاده از غذای زنده جهت تغذیه این آبزیان بعنوان مکمل و حتی جایگزین مناسب غذای کنستانتتره می‌باشد. امروزه بسیاری از گونه‌های غذایی زنده از جمله روتیفر، آرتیمیا، دافنی، کرم سفید و غیره از رژیم غذای ماهیان پرورشی در محیط‌های طبیعی زندگی آنها (آبهای شور و شیرین) توسط محققین انتخاب شده و ضمن بررسی بیولوژی عمومی و تولید مثلی اقدام به تولید انبوه آنها نیز شده است (سالک یوسفی، ۱۳۷۹).

به نظر می‌رسد یکی از مهمترین دلایل عدم استفاده آبی، پروران از انواع غذاهای زنده از جمله ناجورپایان، فقدان اطلاعات عملی درباره حفظ و نگهداری و موارد استفاده در مدیریت عمومی زیستی این موجودات است. ضمن آنکه برخی از گونه‌های ناجور پا نیز بدلیل حساسیت بالا به آلاینده‌های محیطی (آلاینده‌های نفتی، فلزات سنگین و غیره) ممکن است از شاخصهای بیولوژیک آلودگی آب بشمار آیند و بعنوان جانداران کلیدی جهت ارزیابی کیفیت زیست محیطی آب نقش مهمی ایفا نمایند و امکان بهره‌برداری از آنان در بررسی‌های «سمیت شناختی محیط» (Ecotoxicology) وجود دارد (Costa et al., 1998).

جنس *Pontogammarus* اولین بار توسط Sowinsky (۱۹۰۴) معرفی شد. البته این محقق هیچ نامی از گونه‌های متعلق به این جنس ذکر ننموده است تا اینکه بعد Carau و همکاران (۱۹۵۵) برای اولین بار به گونه *Pontogammarus maeoticus* اشاره نمودند تاکنون برای جنس *Pontogammarus* ۶ گونه در سراسر جهان ذکر شده است که تمامی آنها در حوضه دریای خزر وجود دارند (Kocatas et al., 2003). در گذشته گونه *Pontogammarus maeoticus* اسامی مختلفی از جمله: *Gammarus maeoticus* (Sowinsky, 1894)، *Niphargoides maeoticus* (Birshtein & Romanova, 1968)، *Pontogammarus maeoticus* (Carau et al., 1955)، *Euxinia maeoticus* (Uzunova, 1999) داشت. لازم بذکر است براساس آخرین رده‌بندی جانوران، گونه *Pontogammarus maeoticus* جزء خانواده مستقل *Pontogammaridea* قرار می‌گیرد (Grabowski & Pesic, 2005).

برای استفاده کننده غذای زنده، در دسترس بودن گونه جانوری، نحوه نگهداری، رشد و تولید مثل عواملی مهم در

انتخاب نوع غذای زنده و تمایل به استفاده از آن است. لذا اطلاعات لازم از زیست‌شناسی گونه مناسب و آسان‌سازی در اجرایی شدن عوامل یاد شده آبی، پروران را به استفاده هر چه بیشتر از انواع غذای زنده موجود و در دسترس تشویق می‌کند. مطالعات در مورد اثرات فاکتورهای محیطی بخصوص دما روی ناجورپایانی مانند *Gammarus locusta*، *G. mucronatus* و *Echinogammarus marinus* توسط محققین مختلفی از جمله: Marques & Maranhao, Fredette & Diaz, 1986 و Neuparth et al., 2003 و 2003 انجام شده اما تا به امروز مطالعات اندکی در زمینه بررسی اثر فاکتورهای محیطی روی شاخصهای زیستی گونه *Pontogammarus maeoticus* گزارش گردیده است.

پونتو گاماروس *Pontogammarus maeoticus* جانوری خونسرد می‌باشد، لذا افت و خیز دمایی می‌تواند تاثیر بسزایی بر فرآیندهای حیاتی بدن آن از جمله تولید مثل، رشد، ماندگاری و پوست‌اندازی داشته باشد. تعیین بهینه دمایی جهت انتخاب در محیط‌های آزمایشگاهی یا کارگاههای تکثیر و پرورش برای رسیدن به فعالیت بهینه گونه مورد نظر مهم تلقی می‌شود. در این مطالعه سعی شده است تا شرایط بهینه دمایی جهت میزان ماندگاری، تعداد نوزاد تولید شده و میزان افزایش طولی بدن *P. maeoticus* سواحل جنوبی دریای خزر مورد بررسی قرار گیرد.

## مواد و روش کار

جهت انجام آزمایش، نمونه‌های پونتوگاماروس *P. maeoticus* با طولی تقریباً یکسان ( $6/5 \pm 0/3$  میلی‌متر) از سواحل جنوبی دریای خزر، شهرستان حسن رود (ساحل جعفرود) جمع‌آوری شدند (شکل ۱).



شکل ۱: *Pontogammarus maeoticus* دریای خزر

میلی گرم در لیتر آب) و pH (۸/۷-۸/۸) در تمام طول آزمایش تقریباً هر پنج ساعت یکبار این فاکتورها توسط دستگاه مولتی متر Consort 535 (ساخت بلژیک) اندازه گیری شد. با توجه به شوری محل نمونه برداری، از آب دریا با میانگین ( $\pm$  انحراف استاندارد) شوری  $7/1 \pm 0/2$  گرم در لیتر جهت تامین آب مورد نیاز استفاده شد.

به منظور محاسبه میزان افزایش طولی بدن، میانگین طول اولیه و طول نهایی نمونه‌ها در پایان دوره آزمایش بوسیله کولیس با دقت  $0/1$  میلیمتر اندازه گرفته شده که این اختلاف بیانگر میزان افزایش طول بدن بود. برای کمتر شدن میزان خطای اندازه‌گیری، طول کل بدن در حالت صاف شده جانور اندازه‌گیری شد (صفایی و کامرانی، ۱۳۸۲).

هر درصد ماندگاری در تیمار ۲۰ درجه سانتیگراد نسبت به تیمار ۱۵ درجه سانتیگراد افزایش معنی‌داری داشته ( $P < 0.05$ ) بطوریکه در این تیمار بیشترین درصد ماندگاری (۹۵/۵۶ درصد) بدست آمد. پس از این تیمار روند نزولی معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) مشاهده شد. همچنین در تیمار ۳۵ درجه سانتیگراد تمام نمونه‌ها در روز هجدهم از بین رفته‌اند و درصد ماندگاری به صفر رسید (نمودار ۲).

جهت محاسبه تعداد نوزادان تولید شده، نوزادان تازه به دنیا آمده در تمامی ظروف هر سه روز یکبار (بدلیل شناسایی آسانتر نوزادان از بالغین) شمارش و از ظروف جدا گردیدند.

در تحقیق حاضر از طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل، پیروی شده است. لذا تیمارها بطور کاملاً تصادفی در واحدهای آزمایشی قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های توسط نرم‌افزار SPSS 14.0 و آزمون تجزیه واریانس یکطرفه ANOVA (آزمون اولیه برای هر تیمار بصورت جداگانه) و آزمون Duncan (آزمون ثانویه) صورت گرفت. با روش کولموگراف-اسمیرونف نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. رسم نمودارها نیز بوسیله نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

پس از انتقال به آزمایشگاه، ضمن نگهداری در ظرفی ۱۰۰ لیتری بعنوان استوک، ۳۰ نمونه بطور تصادفی از استوک انتخاب شده و در سه تکرار در ظروف پلاستیکی (ابعاد  $25 \times 15 \times 30$  سانتیمتر) به مدت ۳۰ روز بررسی شدند. غذادهی نمونه‌ها ۴۸ ساعت پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه با استفاده از تکه‌های پخته سیب‌زمینی بصورت ۲ بار در روز صورت گرفت. تمام نمونه‌ها در استوک و تنها در آب دریا نگهداری شدند و تعویض آب بصورت هر سه روز یکبار تدریجی و ۱۰۰ درصد بود.

جهت ارزیابی اثر دما بر گونه *P. maoticus* سه شاخص درصد ماندگاری، تعداد نوزادان تولید شده و میزان افزایش طول بدن در نظر گرفته شد. جهت محاسبه درصد ماندگاری تمامی ظروف در تیمارهای دمایی مختلف بصورت روزانه مورد بازمینی و تعداد نمونه‌های زنده مورد شمارش قرار گرفته و درصد ماندگاری به روش زیر محاسبه شد:

- میانگین تعداد نمونه‌ها در ابتدای آزمایش = درصد ماندگاری میانگین تعداد کل نمونه‌ها / میانگین تعداد نمونه‌ها در پایان آزمایش  $\times 100$  در ابتدای آزمایش

جهت بررسی تاثیر دما، ۵ تیمار با حفظ دمای ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد. تغییر دمای تیمارها بصورت تدریجی و به میزان ۱ تا ۱/۵ درجه سانتیگراد کاهش یا افزایش در هر ۲ ساعت نسبت به دمای اولیه استوک انجام شد. جهت نگهداری نمونه‌ها در دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتیگراد، از انکوباتور گروک استفاده گردید. جهت تامین تیمار با دماهای ۲۵، ۳۰، ۳۵ درجه سانتیگراد از بخاری‌های ترموستات دار Rena مدل A2 در مخازن شیشه‌ای ۱۰۰ لیتری استفاده گردید. سپس ظروف مخصوص آزمایش و محتوای نمونه روی پایه‌هایی در داخل آب مخزن قرار گرفتند. در مجموع ۳ مخزن شیشه‌ای هر یک حاوی سه تیمار که مجهز به بخاری مجزا بودند در نظر گرفته شد. فتوپریود ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی به کمک لامپ کم مصرف انجام گردید. تمامی تیمارها مجهز به سیستم اکسیژن دهی بودند. جهت کنترل میزان اکسیژن (۷

## نتایج

دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به اوج خود رسید (۱۱۷/۳±۱۲/۲). پس از تیمار ۲۵ درجه سانتیگراد روند نزولی معنی داری ( $P<0.05$ ) در تعداد نوزادان تولید شده دیده شد. همچنین کمترین میزان تعداد نوزاد تولید شده در تیمار ۱۵ درجه سانتیگراد (۲۱/۳±۲/۴) طی آزمایش مشاهده شد.

طبق جدول ۱ و نمودار ۴ رشد طولی نمونه‌ها با افزایش دما رابطه مستقیم داشت و مقادیر آن بیشتر شد. روند رشد طولی نمونه‌ها از تیمار ۱۵ درجه سانتیگراد تا تیمار ۳۰ درجه سانتیگراد بطور معنی داری صعودی بود ( $P>0.05$ ) بطوریکه بالاترین رشد طولی در آخرین تیمار (۵/۷۶±۰/۱) و کمترین آن در تیمار اول (۱/۷۷±۰/۰۶) مشاهده شد.

میانگین درصد ماندگاری، تعداد نوزادان تولید شده و میزان افزایش طولی بدن گونه *P. maeoticus* در تیمارهای مختلف دما در جدول ۱ آورده شده است.

همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، تغییرات دمایی تاثیرات محسوسی بر ماندگاری این گونه می‌گذارد. با این حال در تمامی تیمارهای دمایی، نوزاد تولید شده است اما تعداد نوزادان در دماهای مختلف تفاوت داشتند. همانطور که در نمودار ۳ دیده می‌شود تیمار دمایی ۲۵ درجه سانتیگراد دارای اختلاف معنی داری ( $P<0.05$ ) با گروههای قبلی و بعدی داشت. تعداد نوزاد تولید شده که از تیمار ۱۵ درجه سانتیگراد تا تیمار ۲۵ درجه سانتیگراد روند صعودی معنی داری داشت ( $P<0.05$ ), در

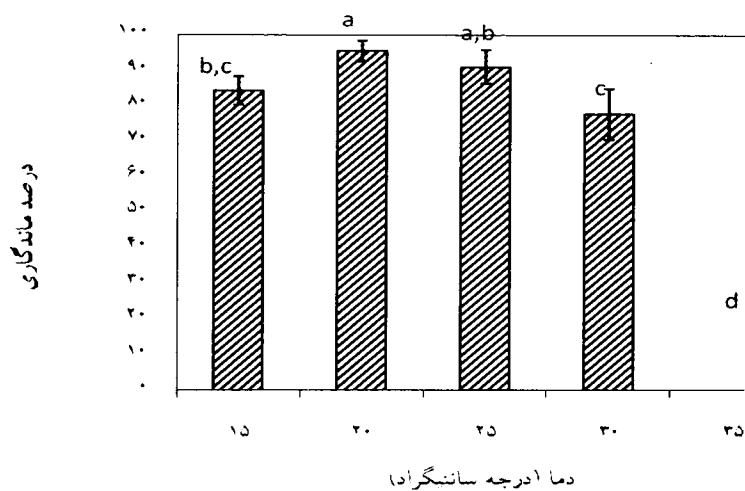
جدول ۱: تعداد نوزادان تولید شده *Pontogammarus maeoticus* توسط بالغین در دماهای مختلف در شوری ثابت ۷/۱ گرم در هزار

تیمار	دما (درجه سانتیگراد)	مجموع تعداد نمونه با سه تکرار	میانگین (± انحراف استاندارد) شوری (گرم در هزار)	میانگین (± انحراف استاندارد) درصد ماندگاری	میانگین (± انحراف استاندارد) تعداد نوزادان تولید شده	میانگین (± انحراف استاندارد) افزایش طولی بدن (میلیمتر)
۱	۱۵±۰/۵	۹۰	۷/۱±۰/۲	۸۴/۴۵ ± ۴	۲۱/۳±۲/۴	۱/۷۷±۰/۰۶
۲	۲۰±۰/۵	۹۰	۷/۱±۰/۲	۹۵/۵۶ ± ۲/۹	۵۷/۶±۴/۳	۲/۹۵±۰/۰۸
۳	۲۵±۰/۵	۹۰	۷/۱±۰/۲	۹۱/۱۲ ± ۴/۸	۱۱۷/۳±۱۲/۲	۳/۹۰±۰/۰۱
۴	۳۰±۰/۵	۹۰	۷/۱±۰/۲	۷۷/۸ ± ۷/۲	۶۵/۳±۲/۴	۵/۱۰±۰/۱۷
۵	۳۵±۰/۵	۹۰	۷/۱±۰/۲	*	**۳۵±۳/۶	***۵/۷۶±۰/۰۱

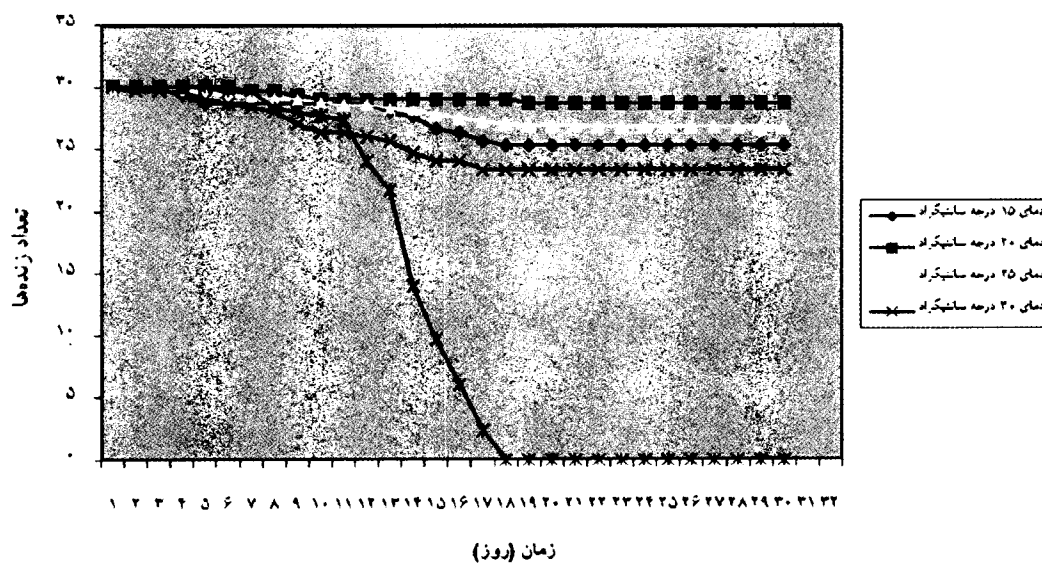
\* در روز هیجدهم تمام نمونه‌ها از بین رفتند و درصد ماندگاری به صفر رسید.

\*\* این عدد تا قبل از روز هیجدهم محاسبه شده است و پس از آن نمونه‌ای وجود نداشت.

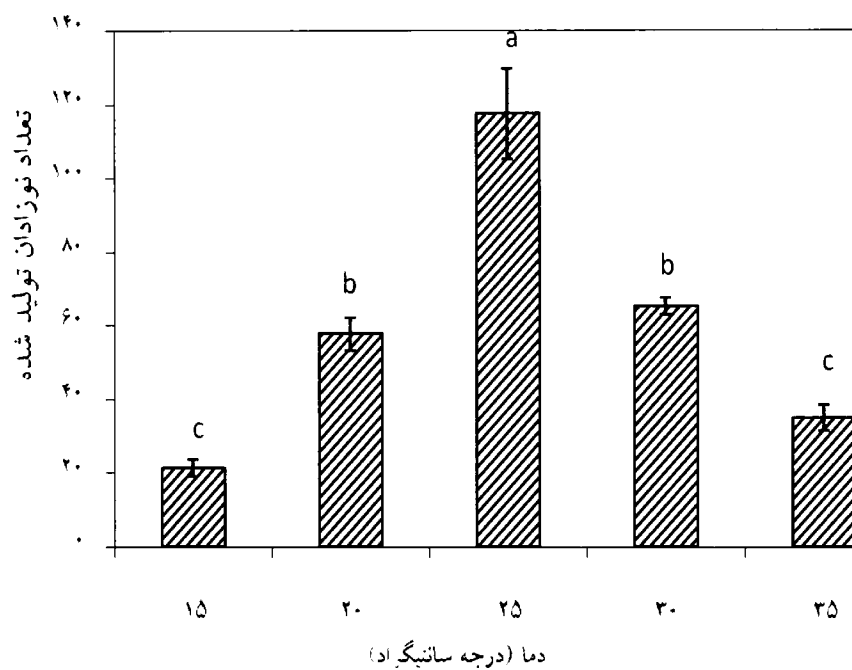
\*\*\* این عدد تا قبل از روز هیجدهم محاسبه شده است و پس از آن نمونه‌ای وجود نداشت.



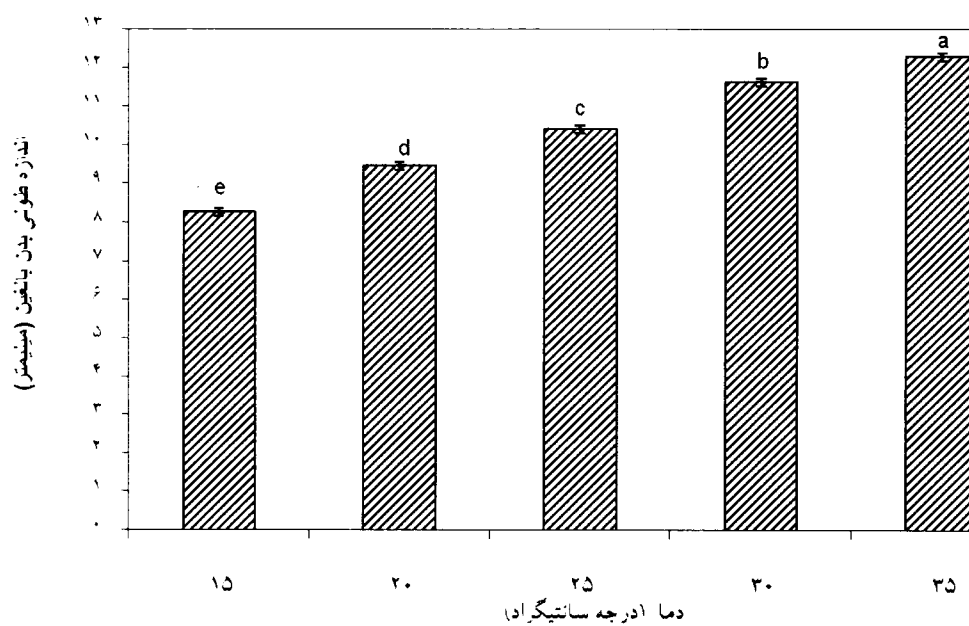
نمودار ۱: درصد ماندگاری *Pontogammarus maeoticus* در دماهای مختلف



نمودار ۲: اثرات تیمارهای مختلف دمایی در روزهای مختلف دوره آزمایش بر ماندگاری *Pontogammarus maeoticus*



نمودار ۳: تعداد نوزادان تولید شده توسط بالغین *Pontogammarus maeoticus* در دماهای مختلف



نمودار ۴: اثر تیمارهای مختلف دمایی بر رشد طولی بدن بالغین (رشد) *Pontogammarus maeoticus*

## بحث

افزایش دما در پونتو گاماروس خزر نیز باعث کوتاه شدن زندگی آنها می‌شود بطوریکه تلفات صد در صدی نمونه‌ها در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد تا قبل از رسیدن به روز هجدهم دیده شد که احتمالاً می‌تواند بدلیل افزایش سریعتر رشد و پایان مرز مقاومت در مقابل دما تلقی گردد. بنظر می‌رسد تاثیر بسیار زیاد دما بخصوص تلفات شدید در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد نتیجه کوتاه شدن و پیمودن سریع دوره زندگی باشد و نمونه‌ها در دمای مذکور انرژی را سریعتر جهت رشد سوماتیک مصرف نموده و به پایان دوره زندگی می‌رسند. با وجود مشاهده تلفات صد در صدی در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد، این دما بعنوان دمای مرگ‌آور برای گونه مذکور معرفی نمی‌شود. به این معنا که معمولاً دمایی بعنوان دمای مرگ‌آور برای جانور تلقی می‌شود که پس از طی مدت کوتاهی موجب تلف شدن آن گردد و در واقع دیگر فعالیت‌های حیاتی آن دچار اختلال شود و جانور نتواند به رشد و تولید مثل مطلوب دست یابد و این در حالی است که نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد دارای رشد مطلوب و تولید مثل متوسطی می‌باشند.

بررسی‌های انجام گرفته توسط جابر و کیایی (۱۳۷۶)، نشان می‌دهد که گونه *P. maeoticus* در شرایط طبیعی محیط خود در دریای خزر دارای فعالیت تولید مثلی در تمام سال اما متغییر دارد و دما از عوامل اصلی تغییرات مذکور است. Alouf (۱۹۶۸) بیان نمود *Gammarus laticoxalis laticoxalis* که گونه رودخانه‌ای است، هیچ دوره استراحتی برای زادآوری ندارد؛ ولی میزان زادآوری این گونه در فصول بارندگی به اوج می‌رسد و در ماه‌های خشک تابستان (دماهای بالا) کاهش پیدا می‌کند. همچنین Alouf (۱۹۸۰) مشاهده نمود که گونه‌های رودخانه Assi لبنان، شامل *Gammarus syriacus*، *G. laticoxalis* و *G. oronticus* در سراسر سال زادآوری دارند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که انجام فرآیندهای تولید مثلی در شرایط آزمایشگاهی و در محدوده وسیعی از دما به این معنی نیست که این گونه قادر است در تمام طول بازه دمایی ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد اعمال شده بر محیط، به یک میزان نوزاد تولید نماید بلکه از میان تیمارهای مختلف دمایی، ماده‌های بالغ *P. maeoticus* در دمای

در مقایسه شرایط آزمایشگاهی و شرایط طبیعی زندگی و یافتن ارتباط بین بالاترین درصد ماندگاری، تراکم و توده زنده بالای جانور در تمام فصول سال، اینگونه به نظر می‌رسد که اصولاً گونه *Pontogammarus maeoticus* در محیط آزمایشگاه باید بیشترین ماندگاری را در دمایی نزدیک به روزهای اواخر تابستان مطابق با شرایط طبیعی زندگی خود داشته باشد زیرا بنا به مشاهدات عینی و طبق گزارشات Mirzajani و Kiabi (۲۰۰۰) بیشترین توده زنده این گونه در سواحل جنوبی خزر در اواخر شهریور ماه مشاهده شد که دمای آب در این زمان به حدود ۲۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. Shyamasundari در سال ۱۹۷۳ نیز معتقد است که فاکتورهایی مانند دما و شوری می‌توانند روی پراکنش ناجورپایان در محیط طبیعی تاثیر داشته باشند. Tsoi و همکاران (۲۰۰۵) با آزمایش روی گونه *Hyale crassicornis* (Gammaridea: Hyalidae) به مدت ۹۶ ساعت نشان دادند که این گونه می‌تواند دمای بین ۶ و ۲۸ درجه سانتیگراد را با ماندگاری بالاتر از ۹۰ درصد تحمل کند. حد بالا و پایین دمای کشنده برای بالغین این ناجور پا بترتیب ۳۲ و ۳/۲ درجه سانتیگراد طی ۹۶ ساعت بود. شریعتی (۱۳۷۸)، گونه *P. maeoticus* را بعنوان یک گونه یوری ترم معرفی نموده است لذا تحمل دمایی زیاد در محدوده بین ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد دور از انتظار نیست.

بهترین سازگاری گونه *P. maeoticus* هنگامی مشاهده گردید که نمونه‌ها در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند بطوریکه دمای مذکور کمترین درصد تلفات و بالاترین درصد ماندگاری را بهمراه داشت. لذا دمای ۲۰ درجه سانتیگراد بعنوان دمای بهینه از لحاظ درصد بالای ماندگاری جهت نگهداری *P. maeoticus* در شرایط آزمایشگاهی معرفی می‌گردد.

Neuparth و همکاران (۲۰۰۳) با آزمایش روی *Gammarus locusta* با فراهم آوردن شرایط ۱) شوری ۳۳ گرم در هزار و دمای ۲۰ درجه سانتیگراد، ۲) شوری ۲۰ گرم در هزار و دمای ۱۵ درجه سانتیگراد و ۳) شوری ۳۳ گرم در هزار و دمای ۱۵ درجه سانتیگراد به این نتیجه رسیدند که در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد در مقایسه با دمای ۱۵ درجه سانتیگراد، یک کاهش حداقل ۴ هفته‌ای در تاریخچه زندگی این گونه بوجود می‌آورد.

رسیدن به نمونه‌هایی است که بتوانند به حداکثر رشد دست یابند، دمای ۳۰ درجه سانتیگراد جایگزین مناسبی برای دمای ۳۵ درجه سانتیگراد به نظر می‌رسد زیرا نمونه‌ها در دمای ۳۰ در مقایسه با ۳۵ درجه سانتیگراد، دارای رشد و تولید نوزاد مناسب و ماندگاری نسبتاً قابل قبول می‌باشند. با این حال با در نظر گرفتن همه فاکتورهای اعمال شده در این تحقیق بنظر می‌رسد که تیمار ۲۵ درجه سانتیگراد جهت پرورش این آبزی بعنوان غذای زنده مناسب‌ترین باشد.

### منابع

- جابر، ل. و کیایی، ب.، ۱۳۷۷. شناسایی و بررسی بیولوژی یکی از آمفی‌پودهای خط ساحلی جنوب دریای خزر. مجله پژوهش و سازندگی، صفحات ۸ تا ۱۲.
- سالک یوسفی، م.، ۱۳۷۹. تغذیه آبزیان پرورشی. مؤسسه تبلیغاتی عاطفه. ۳۱۸ صفحه.
- شریعتی، ا.، ۱۳۷۸. اکولوژی دریای خزر. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۷۳ صفحه.
- صفایی م. و کامرانی ا.، ۱۳۸۲. پویایی‌شناسی جمعیت میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) در آبهای ساحلی استان هرمزگان. مجله علوم دریایی ایران، شماره ۲ و ۳. صفحات ۳۹ تا ۴۹.
- Alouf N.J., 1968. Biologie de *Gammarus laticoxalis* dans riviere du liban. Hydrologia, 133:45-57. (In French).
- Alouf N.J., 1980. Ecologi, biologie et cycle de reproduction des *gammarus* du' Assi (Oront, Liban) (Crustase, Amphipoda). Annual Limnological, 16(2):119-134. (In French).
- Birshtein Y.A. and Romanova N.N., 1968. The order Amphipod. In: (eds. Y.A. Birshtein, L.G. Vinogradov, N.N. Kondakov, M.S. Astakhova and N.N. Romanova). Atlas of Invertebrates of the Caspian Sea. Pishchevaya Promyshlennost, Moscow. pp. 241-289. (In Russian).
- Carau S., Dobreanu E. and Manolache C., 1955. Amphipoda forme salmastre, si de apa dulce.

۲۵ درجه سانتیگراد بیشترین تعداد نوزاد را تولید کرده‌اند. لذا بهترین دما از نظر تولید نوزاد در شرایط آزمایشگاهی برای گونه مذکور دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته می‌شود.

از آنجایی که در اعضای خانواده Gammaridae، افزایش طول بدن نسبت مستقیم با افزایش رشد دارد (Prato, 2006)، لذا در این پژوهش نیز اندازه‌گیری طول بدن بعنوان یکی از شاخصهای قابل اندازه‌گیری و بیان کننده میزان رشد نمونه‌های بالغ در نظر گرفته شد. در بررسی‌های انجام گرفته توسط Marques و Maranhao (۲۰۰۳) که روی *Echinogammarus marinus* در سه دمای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتیگراد انجام گرفت، به این نتیجه رسیدند که رشد در تمام تیمارها انجام می‌گیرد ولی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد در مقایسه با دماهای ۱۰ و ۱۵ درجه سانتیگراد بیشتر بود. لذا به عقیده وی دمای ۲۰ درجه سانتیگراد بعنوان بهترین دمای رشد گونه *E. marinus* می‌باشد. در مطالعاتی که توسط Pockl (۲۰۰۳) روی *Gammarus fossarum* و *G. roeselii* انجام گرفت نیز آمده است، نمونه‌هایی که در دمای ۲۰/۲ درجه سانتیگراد نگهداری شده بودند، سریعتر از نمونه‌هایی که در دماهای پایین‌تر بودند به بلوغ رسیدند. افزایش رشد به ازای افزایش دما در مورد رشد بالغین گونه مورد آزمایش در تحقیق حاضر نیز بدست آمده است. نمونه‌هایی که در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد نگهداری شدند پس از طی مدت کوتاهی (حدود دو هفته) به حداکثر رشد خود یعنی رسیدن طول کل بدن به ۱۲/۵ میلیمتر، دست یافتند و طبق گزارش Mirzajani و Kiabi (۲۰۰۰) طول بدن گونه *P. maoticus* در حدود ۱۲ میلیمتر است. با این وجود نگهداری نمونه‌ها در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد (که نمونه‌ها دارای بالاترین درصد رشد بودند) بدلیل تلفات زیاد آنان، توصیه نمی‌شود. فقط در صورتیکه فاکتور رشد به تنهایی و بدون در نظر گرفتن ماندگاری طولانی مدت نمونه‌ها مد نظر قرار گیرد، دمای ۳۵ درجه سانتیگراد بعنوان بهترین دما جهت رشد سریع در کوتاه مدت معرفی می‌گردد.

در مجموع به نظر می‌رسد معرفی نهایی بهترین دما برای نگهداری این گونه در شرایط آزمایشگاهی وابسته به هدف از انجام کار دارد. به این معنا که اگر هدف، نگهداری بلند مدت با ماندگاری بالا، تولید نوزاد و رشد نسبتاً مناسب آنها باشد دمای ۲۰ درجه سانتیگراد پیشنهاد می‌گردد و این در حالی است که اگر هدف رسیدن به نمونه‌هایی است که بتواند بالاترین نوزاد در واحد زمان و نیز ماندگاری مناسب و رشد بسیار مطلوب داشته باشد، دمای ۲۵ درجه سانتیگراد پیشنهاد می‌شود. اگر هدف،



- 4(4):1-409.
- Costa F.O., Correia A. and Costa M.H., 1998.** Acute marine sediment toxicity. A potential new test with the amphipod *Gammarus locusta*. Ecotoxicological and Environmental Safety, 49:81-87.
- Fredette T.J., Diaz R.J., 1986.** Life history of *Gammarus mucronatus* (Amphipoda: Gammaridae) in warm temperate estuarine habitats, York River, Virginia. Journal of Crustacean Biology, 6(1):57-78.
- Fockedey N., Ghekiere A., Bruwiere S., Janssen C.R. and Vincx M., 2006.** Effect of salinity and temperature on the intra-marsupial development of the brackish water mysid *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea). Marine Biology, 148(6): 1339-1356.
- Grabowski M. and Pesic V., 2005.** *Echinogammarus thoni* (Sch?ferna, 1922), a new gammarid species (Crustacea, Amphipod) in Serbia and Montenegro. Lauterbornia, 55:113-115.
- Kocatas A., Katagan T., ?zbek M. and Sezgin N., 2003.** A new amphipod for the Turkish fauna: *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky, 1894). Crustaceana, 76(7):879-884.
- Marques J.C. and Maranh?o P., 2003.** The influence of temperature and salinity on the duration of embryonic development, fecundity and growth of the amphipod *Echinogammarus marinus* Leach (Gammaridae). Acta Oecologica, 24:5-13.
- Mirzajani A.R. and Kiabi B.H., 2000.** Distribution and abundance of coastal Caspian Amphipoda (Crustacea) in Iran. Polish Archives of Hydrobiology, 47:511-516.
- Neuparth T., Costa F.O. and Costa M.H., 2003.** Effects of temperature and salinity on life history of the marine amphipod *Gammarus locusta*. Implications for ecotoxicological testing. Ecotoxicology, 11:61-73.
- Fauna. Republ. pop. Romine, (Crustacea).
- Paulo M. and Carlos J., 2003.** The influence of temperature and salinity on the duration of embryonic development, fecundity and growth of the amphipod *Echinogammarus marinus* Leach (Gammaridae). Acta Oecologica, 24(1):5-13.
- 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 Biology, 48(1):53-66.
- Prato E., Biandolino F. and Scardicchio C., 2006.** Postembryonic growth, development and reproduction of *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931) (Gammaridae) in laboratory culture. Zoological Studies, 45(4):503-509.
- Shyamasundari K., 1973.** Studies on the Tube-Building Amphipod *Corophium triaenonyx* Stebbing from Visakhapatnam Harbor: Effect of salinity and temperature. Biological Bulletin, 144(3):503-510.
- Sowinsky, V.K., 1894.** Rakoobraznyia Azovskago Moria. Zapiski Kievskago Obshchestva Estestvoispytatelei, 13:289-405. (In Russian).
- Sowinsky V.K., 1904.** Vvedenie v" izuchenie fauny Ponto-Kaspiisko-Aralyskago Morskogo Basseina, razematrivaemoiego tochki erienija eamoetoja telynoi zoo-geograficheskoi provinchie. Zapiski Kievskago Obshchestva Estestvoispytatelei, 18:1-497. (In Russian).
- Tsoi K.H., Chiu K.M. and Chu K.H., 2005.** Effects of temperature and salinity on survival and growth of the amphipod *Hyale crassicornis* (Gammaridea, Hyalidae). Natural History, 39(4):325-336.
- Uzunova S., 1999.** On the biodiversity of the Ponto-Caspian Amphipoda (Crustacea) from the Bulgarian Black Sea coast. Proceedings Institute of Fisheries. Varna. 25:175-186.

## Assessing the optimum temperature for survival, growth and reproduction of adult Caspian Sea *Pontogammarus maeoticus*

Yavari L.; Shabanipour N. and Heidari B.\*

Bheidari@gmail.ac.ir

Department of Biology, Faculty of Science, Guilan University, Rasht, Iran

Received: May 2009

Accepted: July 2010

**Keywords:** Growth, Reproduction, Survival, Temperature, *Pontogammarus*, Caspian Sea

### Abstract

This study was conducted to assess the effect of different levels of temperature on survival, growth and reproduction of adult Caspian Sea *Pontogammarus maeoticus*. Temperature effects were studied in 5 thermal levels (15, 20, 25, 30 and 35°C) where salinity was constant (7.1±0.2ppt). The sampling was made from Hassan-rud coastal area in Guilan province. The results showed that survival was maximum at 20°C (95.56%) with higher temperatures showing a significant descending trend in survival ( $P<0.05$ ) in which all samples perished on 18<sup>th</sup> day at 35°C treatment. The number of produced brood followed a significant ascending trend from 15°C to 25°C treatments and reached its climax at 25°C (117.3±12.2 broods). The minimum value for produced brood was reported at 15°C treatment (21.3±2.4 broods). A significant persistent increment of growth rate was observed throughout all treatments ( $P<0.05$ ) where the maximum and minimum values were observed for the final (5.76±0.1mm) and the first (1.77±0.06mm) treatments, respectively. We suggest 25°C, 20°C and 30°C temperature treatments for producing the maximum brood per unit of time, the highest survival rate and the maximum growth, respectively. The temperature 25°C is defined as the best for aquaculture of *pontogammarus* as livefood of aquatic organisms.

---

\* Corresponding author