بررسی رفتارهای تولید مثلی و تغذیه گاماروس دریای خزر(*Pontogammarus maeoticus*) در شرایط آزمایشگاهی

فاطمه نظرحقیقی*، مریم ضرغامی، نادر شعبانی پور

دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۱۸ تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۶

چکیده

به منظور مطالعه مراحل تولیدمثل و تغذیه *P. maeoticus* ، نمونه‌برداری از سواحل جنوبی دریای خزر انجام شد. نمونه‌ها تحت شرایط تقریبا ثابت شوری آب دریا (ppt ۹±۰/۵) و دمای ۱± ۲۵ درجه سانتیگراد و دوره تاریک و روشنایی ۱۲ به ۱۲ ساعت قرارداده شدند. در بخش نخست رفتارهای تولیدمثلی بررسی شد. متوسط زمان طی شده در مرحله Precopula (جفت شدن نر و ماده) ۲/۶±۰/۹۱ روز و متوسط زمان رشد جنینی (زمان پرورش در کیسه جنینی) ۱/۰۵± ۸/۵۱ روز تخمین زده‌شد. میزان هم‌آوری (باروری)، بر اساس میانگین تعداد نوزادان متولد شده از هر جانور ماده ۱۴/۱۲۵ عدد تخمین زده‌شد. اولین جفت‌گیری بعد از حدود ۴۰ روز پس از تولد مشاهده شد. در مرحله بعد اثر ترکیبات غذایی مختلف بر رشد *P. maeoticus* با ۶ ترکیب غذایی (گوشت ماهی – سیب زمینی پخته)، (برگ – نان)، (برگ – سیب زمینی پخته)، (نان – سیب زمینی پخته)، (گوشت ماهی – برگ)، (گوشت ماهی– نان) به عنوان جیره غذایی ترکیبی و بصورت پلیت در ۶ تیمار و ۳ تکرار مورد بررسی قرارگرفت . نتایج حاصل نشان داد که اندازه طول سر *P maeoticus* هنگام تغذیه با جیره‌های غذایی مختلف دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ($P<0.05$) و بیشترین افزایش طول سر و کمترین افزایش طول سر به ترتیب در تیمارهای تغذیه شده با ماهی- سیب زمینی و نان- برگ مشاهده گردید. بیشترین درصد تلفات با ۷۴ درصد مربوط به تیمار ماهی – برگ و کمترین تلفات با ۴۶ درصد مربوط به تیمار سیب زمینی – برگ می‌باشند.

واژگان کلیدی: ناجورپایان، دریای خزر، تولیدمثل، تغذیه، رشد

*نویسنده مسوول، پست الکترونیک: Hiva582005@yahoo.com

۱. مقدمه

ناجورپایان یا آمفی‌پودها یکی از راسته‌های سخت‌پوستان هستند که به دلیل فراوانی و تنوع زیاد بخش مهمی از اکوسیستم‌های آبی را تشکیل می‌دهند. این جانوران در آب‌های شور و شیرین جزء اصلی زنجیره غذایی می‌باشند. به دلیل گسترش همه‌گیر و فراوانی به عنوان یکی از اعضاء مهم و بدیهی اغلب اجتماعات آب شور و شیرین بوده و از نقطه نظرات گوناگون به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته‌اند . سخت‌پوستان خانواده گاماریده که گاهی به اختصار گاماروس (Gammarus) خوانده می‌شوند، یکی از شاخص‌ترین خانواده‌های راسته ناجورپایان می‌باشد(Habibi, 2000). گونه *Pontogammaru maeoticus* متعلق به این خانواده پراکنش وسیعی(در بعضی نقاط ۱۰۰٪) در تمام آب‌های مناطق ساحل جنوبی دریای خزر، غیر از خلیج گرگان و گمیشان دارد (میرزاجانی و نادری، ۱۳۷۳) و مورد تغذیه اکثر ماهیان اقتصادی در دریای خزر قرار می‌گیرند (Vorobyova and Nikonova, 1987).

در سال‌های اخیر آبزی‌پروری رشد فزاینده‌ای داشته و تکثیر و پرورش انواع گونه‌های مختلف آبزی در شرایط مصنوعی رایج گردیده است. بسیاری از منابع غذای زنده از رژیم غذایی ماهیان پرورشی در محیط‌های طبیعی آنها گزینش شده و پس از بررسی و مطالعات اولیه روی بیولوژی، پراکنش و روش‌های تولید مثلی، سعی در تولید انبوه این موجودات شده‌است (Salek Yousefi, 2000). با توجه به ارزش غذایی بالای گاماروس و توانایی چندین بار زادآوری در طول دوره زندگی و نیز از آنجا که این جانوران در یک دوره زمانی کوتاه به بلوغ رسیده، قابلیت تولید نسل جدید را می‌یابند می‌توان از آنها به عنوان غذای زنده مفید در طرح‌های پرورش آبزیان استفاده کرد. برای تکثیر و پرورش گاماروس، تغذیه بهینه و مناسب آن که از نظر اقتصادی نیز به صرفه باشد اهمیت زیادی دارد. بنابراین جهت نیل به هدف فوق و ارائه فن‌آوری صحیح پرورش انبوه گاماریده‌ها به عنوان غذای زنده ماهیان، مطالعه چرخه زندگی و تولید مثلی و ترکیبات موثر در تغذیه و رشد این جانور ضروری می‌نماید.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱ - نمونه‌برداری و نگه‌داری نمونه‌ها:

نمونه‌برداری از سواحل منطقه جفرود از توابع شهرستان بندر انزلی در استان گیلان انجام شد. نمونه‌ها بطور زنده به آزمایشگاه تحقیقاتی زیست‌شناسی دریا دانشکده علوم دانشگاه گیلان منتقل شده و در آکواریوم مجهز به هواده و حاوی آب دریا قرار داده شدند. تا ۴۸ ساعت نمونه‌ها جهت سازگاری با محیط آزمایشگاه و کاهش استرس‌های وارده، در همان شرایط نگهداری شدند.

این تحقیق در دو بخش انجام شد. در بخش نخست رفتارشناسی تولیدمثل بررسی شد و مدت جفت‌گیری، انکوباسیون تخم‌ها، باروری و زمان رسیدن به سن بلوغ تعیین گردید. در بخش دوم اثر ترکیبات غذایی مختلف بر رشد *Pontogammarus maeoticus* مورد بررسی قرارگرفت.

۲-۲- بررسی مراحل تولید مثل:

رفتارهای تولیدمثلی گونه گاماروس طی این مدت مشاهده و ثبت گردید. برای مراحل جفت‌گیری و انکوباسیون تخم‌ها مشاهدات زیر ثبت شد.

پس از گذشت زمان لازم برای سازگاری نمونه‌ها با شرایط آزمایشگاه، برای تعیین مدت جفت‌گیری و انکوباسیون تخم ها، در ابتدا یک مخزن جدید از نمونه هایی که در میان آنها جفتگیری مشاهده نمی‌شد تهیه گردید. هر یک از جفت‌هایی که شروع به جفت‌گیری می‌کردند از مخزن به ظروفی با حجم ۸۰۰ cc مجهز به سنگ هوا، حاوی ۵۰۰ cc آب دریا که در کف آن

چند قطعه سنگ بعنوان پناهگاه قرار داده شده بود، منتقل شده و در شرایط دمای ثابت و دوره تاریکی و روشنایی ثابت (۱۲ به ۱۲ ساعت) قرارداده شدند (Abedian et al., 2003). به همین ترتیب ۳۰ جفت درحال جفت‌گیری در ۳۰ ظرف مجزا و به مدت یک ماه نگهداری شدند. طول مدت جفت‌گیری و انکوباسیون جنین‌ها طی این دوره بصورت روزانه در دو نوبت بررسی شد. بعد از اتمام جفت‌گیری تا زمانیکه بارور شدن ماده از طریق مشاهده پوست‌اندازی و وجود تخم‌ها در کیسه تخم محرز می‌شد، نرها از ظرف خارج نمی‌شدند. زمان شروع تا پایان جفت‌گیری هر جفت به دقت یادداشت شد. همچنین زمان طی شده برای انکوباسیون تخم‌ها نیز از طریق کنترل روزانه ظرف‌های حاوی ماده بارور به دقت تعیین شد. در تمام مراحل آزمایش برای تغذیه نمونه‌ها (بالغین و نوزادان) از سیب زمینی پخته استفاده شد (Hartnoll and Smith,1980). آب ظروف (بالغین و نوزادان) هر سه روز یک‌بار تعویض شد. میزان pH و اکسیژن‌رسانی نیز روزی دوبار بوسیله دستگاه مولتی‌متر دیجیتال (Consort C352) اندازه‌گیری شد. اکسیژن‌رسانی به میزان ۷ میلی‌گرم در هر لیتر آب ، مقدار pH در محدوده ۷/۸-۸/۷ و درجه شوری به میزان ppt ۹±۰/۵ (در محدوده شوری آب دریا) در تمام طول آزمایش و تمام ظروف (بالغین و نوزادان) ثابت در نظر گرفته شد. دما طی دوره آزمایش به میزان ۱±۲۵ درجه سانتیگراد ثابت نگهداشته شد. به منظور هم‌دماسازی ظرف‌های حاوی نمونه، کلیه ظروف در داخل یک آکواریوم که تا حدود یک سوم از آب پر شده و مجهز به دستگاه بخاری بود استقرار یافتند (شکل۱) آکواریوم نیز زیر پوشش تیره رنگ قرار گرفت و فتوپریود بصورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با لامپ‌های فلورسنت اعمال شد (Abedian et al., 2003).

برای بررسی باروری (هماوری) مطلق مراحل زیر انجام شد. پس از اتمام دوره انکوباسیون و ثبت زمان آن در هر جفت، تازه متولدین از هر ماده به دقت شمارش و تعداد آنها گزارش شد. باروری مطلق از طریق متوسط تعداد نوزادان متولد شده از هر ماده محاسبه شد (Prato *et al.*, 2006). نوزادان رها شده از کیسه تخم ، بوسیله یک پیپت شیشه‌ای به آرامی برداشته شده و به ظرف جدیدی منتقل شد. با این روش، کمترین آسیب به نوزادان وارد می‌گردد. همه نوزادانی که از ماده‌های مختلف اما در یک روز از کیسه تخم خارج شدند بعنوان گروه هم‌سن در نظر گرفته شده و در یک ظرف قرار داده شدند.

به منظور تعیین زمان بلوغ جنسی، پس از طی مراحل جوانی و مشاهده اولین جفت‌گیری این زمان به عنوان زمان رسیدن به بلوغ ثبت شد.

۳-۲- بررسی ترکیبات غذایی موثر بر رشد

برای بررسی عادت غذایی گاماروس، ۶ ترکیب غذایی (گوشت ماهی – سیب زمینی پخته)، (برگ – نان)، (برگ – سیب زمینی پخته)، (نان – سیب زمینی پخته)، (گوشت ماهی – برگ)، (گوشت ماهی – نان) به عنوان جیره غذایی ترکیبی و بصورت پلیت در ۶ تیمار و ۳ تکرار برای تغذیه نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش در ظروف پلاستیکی ۲ لیتری که سطوح داخلی هر یک با پلاستیک مشکی پوشیده شده بود (جهت شبیه‌سازی تیرگی بستر محیط زندگی جانور) استفاده گردید. ظرف‌ها با آب فیلتر شده دریا پر شده و در هر ظرف تعداد ۳۰ نمونه با میانگین طول سر در محدوده ۷۸۰میکرومتر قرار داده شد. لازم به ذکر است که میانگین طول بدن در افراد بالغ این گونه ۱۲ میلی‌متر است. بر این اساس از میانگین طول سر افراد بالغ (۱۲ میلی‌متری) برای بررسی میزان رشد استفاده شد (Maranhão and Marques, 2003). غذا

دهی به گاماروس‌ها ۲۴ ساعت بعد به میزان ۰/۰۵گرم از هر جیره در دمای ۲±۲۰ درجه سانتیگراد بطور روزانه صورت گرفت. آب ظرف نمونه‌ها ۲ بار در هفته تعویض گردید. هر روز دمای آب، شوری، pH، میزان مرگ‌ومیر بررسی، ثبت و نمونه‌های مرده از ظرف خارج و طول سر نمونه‌های مرده اندازه‌گیری شد. در پایان هفته ششم طول سر گاماروس‌ها بوسیله عدسی چشمی مدرج میکروسکوپ نوری اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول سر، نمونه‌های زنده ابتدا تو سط الکل ۲۰٪ فیکس شد و سپس در زیر میکروسکوپ نوری مجهز به میکرومتر با بزرگنمایی ۴ قرار داده و طول سر اندازه‌گیری شد.

۴-۲- آنالیز آماری:

در پژوهش حاضر ، جهت بررسی توزیع نرمال داده‌ها ابتدا در نرم افزار spss از تست کولموگروف- اسمیرنف (Kolmogorov–Smirnoff test) استفاده شد و به دلیل عدم پراکنش نرمال داده‌های خام از روش آزمون ناپارامتری کروسکال – والیس(Kruskal- Wallis) و پس آزمون Mann Withney با درصد اطمینان ۹۵درصد برای تجزیه و تحلیل استفاده شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده گردید.

۳. نتایج

۱-۳- رفتارشناسی تولیدمثل:

بطورکلی وقایع تولیدمثلی را می‌توان به مراحل پری کاپولا (Precopula) یا پیش‌جفت‌گیری، کاپولا(copula) یا جفت‌گیری، تخمک‌گذاری (egg deposition) و لقاح، انکوباسیون و تفریخ تخم‌ها تقسیم کرد. تولیدمثل در این جانور با مرحله پیش‌جفت‌گیری (Precopula) که به حمل جانور ماده توسط نر گفته می‌شود، آغاز شد. جفت‌ها در حالت پیش‌جفت‌گیری می‌توانند شنا کنند، در شن فرو بروند و حتی به تغذیه بپردازند. با اتمام مرحله پیش‌جفت‌گیری، مرحله جفت‌گیری به سرعت و طی زمانی بسیار کوتاه بوقوع می‌پیوندد که در اکثر موارد تمییز آن از پیش‌جفت‌گیری دشوار است، بنابراین فقط زمان پیش‌جفت‌گیری گزارش می‌گردد. در این زمان جانوران ماده از نر جدا شده و پوست‌اندازی کردند. سپس مجددا با هم جفت شدند و اسپرم‌ها توسط نر وارد کیسه تخمی ماده گردید. بعد از این مرحله جانور نر، ماده را رها می‌کرد.

میانگین زمان طی شده در حالت پیش جفت‌گیری ، در دمای ۱±۲۵ درجه سانتیگراد ۰/۹۱±۲/۶ روز تخمین زده شد. میانگین زمان لازم برای انکوباسیون تخم‌ها یعنی از زمان اتمام جفت‌گیری تا زمان خروج نوزادان از کیسه تخم در دمای ۱±۲۵ درجه سانتیگراد در گونه *P maeoticus* ، ۱/۰۵± ۸/۵۱ روز تخمین زده شد.

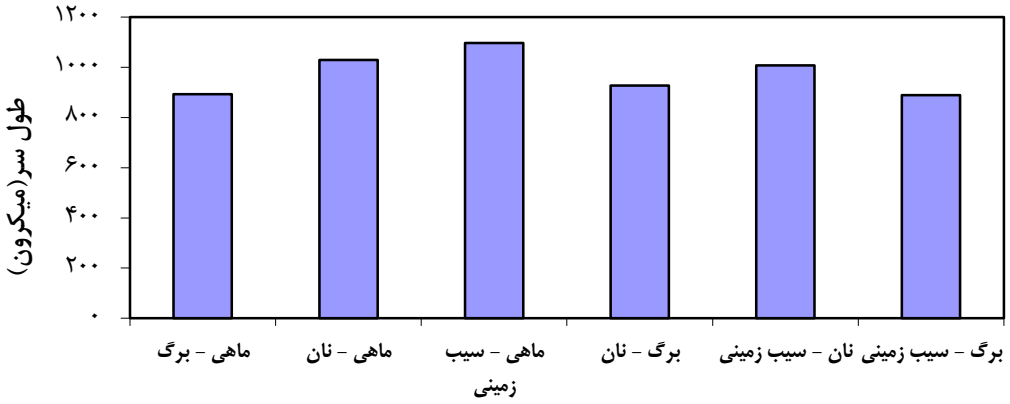
رها شدن نوزادان از کیسه تخم تدریجی و ۲ تا ۳ روز بطول می‌انجامید. نوزادان بصورت یک موجود کامل از تخمها خارج می‌گردند. تازه متولدین شفاف هستند اما بتدریج تیره رنگ می‌شوند.

طی یک ماه نگهداری این جفت‌ها در شرایط آزمایشگاهی تقریبا همه جفت‌ها طی سه دوره متوالی با هم جفت‌گیری کرده و ماده‌ها بارور شدند و در هر دوره سری جدیدی از نوزادان را تولید کردند. میزان هم‌آوری (باروری) در دمای ۱± ۲۵ درجه سانتیگراد، بر اساس میانگین تعداد نوزادان متولد شده توسط هر جانور ماده ۱۴/۱۲۵ عدد تخمین زده شد. هرچه جانور ماده بزرگتر، تعداد تخم‌های حاصل از آن بیشتر بود.

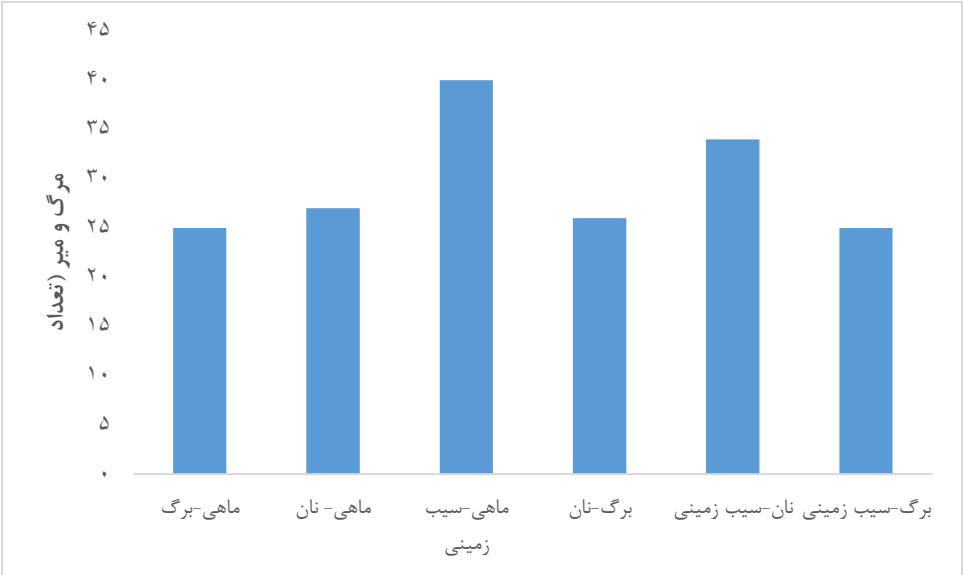
۵- ۳- زمان بلوغ جنسی:

اولین جفت‌گیری تازه متولدین در آزمایشگاه بعد از حدود ۴۰ روز پس از خروج از کیسه تخم مشاهده گردید. در بررسی اثر ترکیبات غذایی مختلف بر رشد *Pontogammarus maeoticus*، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل های آماری بر اساس آزمون ناپارامتری کروسکال – والیس نشان داد که اندازه طول سر

P .maeoticus هنگام تغذیه با جیره‌های غذایی مختلف دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند($P<0.05$) و بیشترین افزایش طول سر و کمترین افزایش طول سر بترتیب در تیمار های ماهی- سیب زمینی و نان- برگ مشاهده گردید (شکل ۱). بیشترین درصد تلفات با ۷۴ درصد مربوط به تیمارماهی – برگ و کمترین تلفات با ۴۶ درصد مربوط به تیمار سیب زمینی – برگ می باشند(شکل ۲).



شکل ۱. میانگین طول سر در *Pontogammarus maeoticus* در مدت ۶ هفته



شکل۲ . درصد تلفات *Pontogammarus maeoticus* در طول ۶ هفته

۴. بحث و نتیجه گیری

رفتارهـای تولیـدمثلـی ناجورپایـان گاماریـده توسـط محققین بسیاری در سال‌های گذشته مورد بررسی قـرار گرفتـه‌اسـت. (Borowsky and Borowsky, 1987; Elwood et al.,) Nelson, 1980; Kolding, 1986; 1987در زمینه رفتارهای تولیدمثلـی گونـه *Pontogammarus maeoticus* مطالعات خاصـی در ایـران و جهـان صورت نگرفته است. 1991(Edsel) نیز معتقد است کـه با وجوداینکه گونه‌ها متفاوت هستند اما بطورکلی وقـایع تولیدمثلـی همـه گاماریـده‌هـا را مـی‌تـوان بـه مراحـل پـری‌کـاپولا (Precopula) یـا پـیش‌جفـت‌گیـری، کاپولا(copula) یا جفـت‌گیـری، تخمـک‌گـذاری (egg deposition) و لقاح، رها شدن تازه متولدین و مشـاهده افراد جوان تقسیم کـرد. در گونـه *P. maeoticus* نیـز این مراحل مشاهده شد و میانگین زمـان طـی شـده در پیش‌جفت‌گیری و جفت‌گیـری در دمـای ۱±۲۵ درجـه سـانتیگراد ۰/۹۱±۲/۶ روز تخمـین زده شـد.

Shuhaimi(2001) رشد و نمو و تولید مثل یک گونـه از خانواده گاماریـده بنـام *Hyalella azteca* را در شـرایط آزمایشگاهی بررسی کرد و زمـان طـی شـده در مرحلـه پری کاپولا را برای این گونه بطور متوسـط ۴ (۷-۱) روز تعیـین کـرد. همچنـین در گونـه *Gammarus aequicauda* در دمـای ۱۸ درجـه سـانتیگراد دوره پری‌کاپولا ۱ تا ۳ روز بطول مـی‌انجامـد (Prato *et al*,. 2006). مرحله پیش‌جفت‌گیری احتمالا موجب تحریـک ماده برای تولید و تکوین اووسیت‌ها می‌شود و این زمان به درجه حرارت آب بسـتگی دارد و از چنـد سـاعت تـا چند روز متفاوت است (Goedmakers, 1981).

مدت زمان ۰/۹۱±۲/۶ روز که برای مرحله پـری کـاپولا در گونه مـورد بررسـی تخمـین زده شـده اسـت تحـت شرایط آزمایشگاهی و دمای حدود ۲۵ درجه سـانتیگراد بدست آمده است و می‌تـوان گفـت کـه بـا افـزایش یـا کاهش درجه حرارت آب، طول دوره پری کاپولا در ایـن گونه نیز ممکن است کاهش یا افزایش پیدا کنـد. شـاید پایداری بیشـتر محـیط زنـدگی ایـن جـانور در محـیط آزمایشگاه (مانند عدم وجود موج و شکارچی، دسترسـی دائم به غذا، دمای مناسب و ثابت) در مقایسه با محـیط طبیعی، امکان انجام سریع‌تر مراحل تولیدمثلی را بـرای این جانور فراهم نموده باشد. محققین معتقدند کـه دمـا بعنوان مهم‌ترین عامل محیطی بیشترین تاثیر را بر نـرخ تولید مثلی دارد و افـزایش دمـا زمـان لازم بـرای بلـوغ تخمدان و حمل ماده توسط نر و انکوباسیون تخم هـا را کـــاهش مـــی‌دهـــد (Kruschwiz,1978; Goedmakers,1981;Ward,1986).

در *Gammarus pulex* مدت زمان تکوین تخم‌های لقاح یافته در زمستان سـه مـاه و در تابسـتان ۱۶ تـا ۱۷ روز طول می‌کشد، در حالیکه در گونـه *Gammarus minus* این مدت ۴ تا ۵ ماه میباشد. متوسـط زمـان لازم بـرای انکوباسیون تخم‌ها تا زمان خروج نوزادان از کیسه تخـم در دمای ۱±۲۵ درجه سـانتیگراد در گونـه *maeoticus P.* ۱/۰۵ ±۸/۵۱ روز تخمین زده شد. این زمان بـرای گونـه *Gammarus aequicauda* در دمـای ۱۸ درجـه سانتیگراد ۸-۵ روز محاسبه شـد (Prato *et al*,. 2006). ایـن دوره در مـورد گونـه *Hyalella azteca* در شـرایط آزمایشگاهی ۱۲-۴ روز (Shuhaimi, 2001) و در گونـه *Parhyale hawaiensis* در دمای ۲۶ درجه سـانتیگراد، ۱۰/۴۱ روز بطول انجامیـد (Browne, 2005). (1958) Weygoldtنیز معتقد است که دوره نگهداری از تخم‌هـا در *G. pulex* از یک تا سه هفته متغیر است. زمـان لازم انکوباسیون تخمها در گونه *P. maeoticus* در یک دمای ثابت و در شرایط آزمایشگاه محاسبه شده و ممکن است در شرایط طبیعی و یا در دماهـای متفـاوت، طـول ایـن دوره افزایش یا کـاهش یابـد. مـدت زمـان انکوباسـیون تخم‌ها نیز بسـتگی بـه دمـای آب دارد و در گونـه‌هـای مختلف متفاوت است (Kostalos, 1979).

Bousfield (1973) در مورد گونه‌ی *Hyalella azteca* در هر بار تولید مثل بطور متوسط ۱۸ تخم شمارش کرده است. Alouf (1986) دریافته است که در گونه *Gammarus laticoxalis* حداکثر باروری بیش از ۲۴ تخم در هر ماه است. (Jaber and Hassanzadeh Kiabi, 1998) بیشترین میزان باروری گونه *maeoticus P.* را در ماه فروردین ۱۹/۱۶ تخم مشاهده کرده است. اولین جفت‌گیری تازه متولدین *maeoticus Pontogammarus* بعد از حدود ۴۰ روز پس از خروج از کیسه تخم در دمای ۱±۲۵ مشاهده گردید. عابدیان(۱۳۸۲) زمان بلوغ این گونه را در دمای ۱±۲۴ درجه سانتیگراد و شوری ppt ۱۰ ، ۴۵ روز پس از تولد ذکر کرده است. با اینکه تفاوت دما بسیار کم است اما می‌تواند نشان دهنده تاثیر مهم آن بر چرخه زندگی و رشد این جانور باشد. Nelson(1980) در بررسی بر روی *Gammarus pulex* بدین نتیجه رسیده است که دما عامل مهمی بر رشد گاماروس‌ها می‌باشد. Kostalos (1979) نیز معتقد است که دما در رشد و نمو جمعیت جوان موثر است.

Costa (1996) و Riveranv – Cruz (2006) نشان دادند که افزایش مخلوط رژیم‌های غذایی رشد جانور را افزایش می‌دهد. از آنجا که این جانوران در کنار ساحل از انواع مواد غذایی که به صورت دتریت در آمده‌اند، استفاده می‌کنند و یک ماده غذایی به صورت منفرد حاوی مواد مغذی لازم برای رشد جانور نمی‌باشد، بنابراین استفاده از مواد غذایی ترکیبی نسبت به مواد غذایی منفرد ترجیح داده می‌شود. بررسی تاثیر جیره‌های ترکیبی مختلف بر رشد *Pontogammarus maeoticus* از دیدگاه آماری معلوم نمود که بین ۶ ترکیب غذایی متفاوت اختلاف آماری معنی داری وجود دارد ($P<0.05$) و گاماروس‌هایی که با جیره (ماهی- سیب زمینی) تغذیه شدند دارای رشد بالاتری هستند (شکل۱) ولی دارای بالاترین درصد تلفات می باشد (شکل۲)، بنابرین به علت تلفات بالا این ترکیب مناسب نمی باشد. تلفات بالا در این ترکیب غذایی ممکن است به تاثیر فساد مازاد مواد غذایی بر کیفیت آب مربوط گردد. رشد گاماروس‌ها برای جیره‌های ماهی– نان و نان– سیب زمینی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشته ولی از لحاظ میزان تلفات، جیره ماهی– نان از درصد تلفات کمتری برخوردار می‌باشد. با توجه به اینکه گاماروس‌های تغذیه شده با جیره ماهی– نان از رشد نسبتا بالایی برخوردار می‌باشند و از لحاظ اقتصادی استفاده از آن نیز مقرون به صرفه‌تر می‌باشد ، این جیره غذایی به عنوان جیره مناسب تشخیص داده می‌شود.

با توجه به نتایج تحقیقات پیشین که نشان دهنده‌ی ارزش غذایی بالای گاماروس است و با درنظر گرفتن نتایج حاصل از تحقیق بر بیولوژی این گونه در گذشته و مطالعه حاضر، می‌توان از نتایج حاصل از این تحقیق در جهت استفاده از این جانور در مطالعات آزمایشگاهی و ارائه فن آوری صحیح نگهداری این موجود در آزمایشگاه، پرورش انبوه گاماریده‌ها به عنوان غذای زنده ماهیان و آشنایی با روش تغذیه‌ای بهینه و مناسب که از نظر اقتصادی هم به صرفه باشد، استفاده کرد.

منابع

Abedian, A., Khalesi, M., Shokri, M., and Heidari, M. 2003. Reproduction and growth of Caspian Sea Amphipod, *Pontogammarus maeoticus*, in laboratory condition. Iranian Journal of Marine Science and Technology. 2 (2-3): 51-59.

Alouf, N.J. 1986. Biologie de Gammarus *laticoxalis laticoxalis* dance rivier du Ligan. Hydrologia.133 : 45-57.

Bershtein, Y.A., Vinogradov, L.G., Kondakova, N.N., Kun, M.S., Astakhov, T.V. and Romanova, N.N. 1968. Atlas of invertebrates of the Caspian Sea. Moscow: 1- 215.

Borowsky, B., and Borowsky, R. 1987. The reproductive behaviors of the amphipod crustacean Gammarus palustris (Bousfield) and some insights into the nature of their stimuli. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology .107:131–144.

Bousfield, EL. 1973. Shallow-water gammaridean Amphipoda of New England. Cornell University Press, Ithaca, New York, P: 312.

Browne, W.E., Price, A.L., Gerberding, M., Patel, N.H. 2005. Stages of embryonic development in the amphipod crustacean *Parhyale hawaiensis*. Genesis.42:124-149.

Costa , F.O., Costa, M.H. 2000. Review of the ecology of Gammarus locusta (L.) Pol. Arch. Hydrobiol. 47:351-359.

Cruz-Rivera ,E., Hay, M.E. 2000b.The effect of diet mixing on consumer fitness: macroalgae, epiphytes, and animal matter as food for marine amphipods. Oecologia. 23: 252- 264.

Edsel, A.C. 1991. Reproductive behavior and sexual dimorphism of caprellid amphipod. J. Crustac. Biol. 11(1):59-63.

Elwood, R., Gibson, J., Neil, S. 1987. The amorous *Gammarus*: size assortative mating in *G. pulex*. Anim. Behav. 35: 1-6.

Goedmakers, A. and Roux, A.L., 1981. Essais d'hybridation entre plusieurs populations de *Gammarus* du groupe *pulex*(Crustacés, Amphipodes). Crustaceana.24: 99-109.

Habibi, T. 2000. General Zoology (Arthropods). University of Tehran Press. University of Tehran, Tehran, p: 407.

Hartnoll, R.G., Smith, S.M. 1978. An experimental study of sex discrimination and pair formation in *gammarus duebenii* (Amphipoda). Crustaceana. 38(3):253-263.

Jaber, L., Hassanzadeh Kiabi, B., 1998. Identify and determine the biology of the southern coastal line of the Caspian Sea amphipoda. Pajouhesh-Va-Sazandegi. 39: 121-125.

Kolding, S. and Fenchel, TM. 1981. Patterns of reproduction in different populations of five species of the amphipod genus gammarus. Oikos. 37:167-172.

Kostalos, Mary S. 1979. Life history and ecology of *G. minus* Say (Amphipoda: Gammaridae). Crustaceana. 37: 113-122.

Kruschwitz, Lois G. 1978. Environmental Factors Controling Reproduction of the amphipod *Hyalella azteca*. Proc. Okla. Acad. Sci. 58: 16-21.

Maranhão, P., 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. 24: 5–13.

Mirzajani, A. 1997. Identification and ecology of the South Caspian Sea watershed Amphipod. University of Tehran.

Nelson, WG. 1980. Reproductive patterns of Gammaridean amphipods. Sarsia.65: 61-71.

Salek Yousefi, M., 2000. Feeding of farming aquatics (coldwater, warm water and shrimp), Cultural Institute of Alani Publications, Tehran, 318P.

Sutcliffe, D.W. 1992. Reproduction in Gammarus (Crustacea, Amphipoda): basic processes. Freshwater Forum, 2(2), pp. 102-128.

Vorobyova, A. A. and Nikonova, R. S. 1987b, Gammarids *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald) and *Niphargoides maeoticus* (Sowinsky) as aquaculture species. Gid. Bio. Zh. 23(6): 52-65.

Prato, E., Biandolino, F., Scardicchio, C. 2006. Postembryonic Growth, Development and Reproduction of *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931) (Gammaridae) in Laboratory. Zool. Stud. 45(4): 503-509

Shuhaimi, MO., Pascoe, D. 2001. Growth, development and reproduction of *Hyalella azteca* (Saussure, 1858) in laboratory culture. Crustaceana. 74: 171-181.

Ward, PI. 1986. A comparative field study of the breeding behaviour of a stream and a pond population of *Gammarus pultx* (Amphipoda). Oikos. 46:29-36.

Weygoldt, P. 1958. Die Embryonalentwicklung des Amphipoden *Gammarus pulex pulex* (L). Zool Jb Anat.77:51–110.

The study of Reproductive behavior and growth of Caspian Sea Amphipod: (*Pontogammarus maeoticus*)

Fatemeh Nazarhaghighi*, Nader Shabanipour, Maryam Zarghami

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

Abstract

Amphipods collected from the southern coasts of Caspian sea (Jefrood beach) were transferred to laboratory along with with sediment from the same area. Samples were maintained in controlled laboratory condition at temperature of 25±10°C, salinity of 9± 0.5 ppt and a 12 hrs light - dark regime. The average period spent in precopula stage was about 2.6±0.91 days and embryonic development took about 8.5 ±1.05 days. The fecundity was estimated as the number of fertilized eggs existing in brood pouch of each female (14.125). First precopula was observed after about 40 days of birth. To study the effet of feed composition on growth, Gammarus of similar size were fed by composite food of (fish-potato), (fish-bread) , (fish-leaf), (leaf-potato), (leaf-bread) and (bread-potato). At the end of 6th week the head of all specimens were measured. The result of statistical analysis showed significant difference between the treatments ($p<0.05$). The combination of potato-bread was found to be the most suitable food for Gammarus.

Keywords: Amphipoda, Caspian Sea, Reproduction, Growth, Feeding

Figure1: The average length of head of *Pontogammarus maeoticus* within 6 weeks.
Figure2: *Pontogammarus maeoticus* mortality rate within 6 week

*Corresponding author, E-mail: hiva582005@yahoo.com