



دانشگاه کبیر  
دانشکده علوم

گروه زیست شناسی

(زیست شناسی دریا- جانوران دریا)

پایان نامه کارشناسی ارشد

مطالعه مراحل تولید مثل آمفی پود (ناجور پایان) دریای خزر  
(*Pontogammarus maeoticus*)

از

فاطمه نظر حقیقی

استاد راهنما

دکتر نادر شعبانی پور

استاد مشاور

دکتر حمید نویریان

دی ماه ۱۳۸۶



۱۳۸۷ / ۱۲ / ۱۷

۱۵۲۳۳۵

تقـ دیم

به روح بلند پدر بزرگ عزیزم ((حاج غلامرضا نظر حقیقی)).

به پدر و مادر مهربانم که با تحمل سختیهای فراوان عشق به آموختن را من ارزانی داشتند و در سایه وجودشان بردباری آموختم.

به همسر مهربانم که شریکی فهیم و مشوقی صبور در پیمودن راههای نو بوده و هست.

به کلیه اساتیدی که از خرمن دانش و معرفتشان خوشه ها چیدم و توشه ها اندوختم.

به خواهران و برادران عزیزم و تمام کسانی که دوستشان دارم.

## تقدیر و تشکر

خداوند منان را شاکرم که به من توفیق داد تا مرحله ای دیگر از طریق بی پایان علم و دانش را پشت سر بگذارم و قطره ای ناچیز از اقیانوس بیکران خلقتش را بشناسم.

نهایت سپاس و تشکر خویش را به کلیه عزیزانی که در به انجام رساندن این مطالعه یاری ام نمودند تقدیم می دارم:

**خانواده عزیزم** خصوصاً پدر و مادر مهربانم که شوق آموختن و جرأت تجربه کردن را در وجودم برانگیختند.

**همسر عزیزم** که با وجود او امید و آرامش درونی می یابم.

استاد ارجمند و فرزانه ام **جناب آقای دکتر نادر شعبانی پور** که تنها با راهنمایی های ارزشمند ایشان این پروژه به اتمام رسید.

**جناب آقای دکتر حمید نویریان** که مشاوره این تحقیق را بعهده داشتند.

**جناب آقای دکتر بهروز حیدری** که در تمام مراحل مطالعه از کمک های بیدریغ و راهنمایی های ارزشمندشان استفاده کردم و همواره الگوی من در مسیر علم آموزی خواهند بود.

دوستان صمیمی و بسیار عزیزم **خانم مهندس مریم ضرغامی** و **خانم مهندس لیلا یآوری** که لحظات سرشار از شادی و رفاقت را در کنارشان سپری کردم و در تمام دوره کارشناسی ارشد از کمک های شایانسان استفاده کردم.

**جناب آقای مهندس علوی**، **جناب آقای مهندس روضاتی** و **جناب آقای مهندس گلچین** و دوستان عزیزم **خانم مهندس طوبی محمدیان**، **خانم مهندس اکرم نعیمی**، **خانم مهندس ربابه شاهی**، **خانم مهندس صدیقه خدادادی**، **خانم مهندس عطیه مهدوی**، **خانم مهندس نرگس حسینی**، **خانم مهندس هاله رحمانی**، **خانم مهندس مریم عباسی**، **خانم مهندس مرضیه کاردان** که به انحاء مختلف در این مسیر یاری ام نمودند.

آقای پرفسور **William Browne** که اطلاعات و مقالات ارزشمند خویش را در اختیارم نهادند.

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول: مقدمه و کلیات

۲	مقدمه.....	
۳	۱- زیر شاخه سخت پوستان.....	
۴	۱-۱- راسته مهم ناجورپایان (Amphipoda).....	
۶	۱-۲- زیستگاه ناجورپایان و پراکنش آنها در دریای خزر.....	
۸	۱-۳- جایگاه سیستماتیک گونه مورد بررسی.....	
۹	۱-۴- مورفولوژی <i>Pontogammarus maeoticus</i> .....	
۹	۱-۴-۱- مورفولوژی نوزاد.....	
۱۰	۱-۴-۲- مورفولوژی <i>Pontogammarus maeoticus</i> در مرحله بلوغ.....	
۱۲	۱-۵- ارزش غذایی ترکیبات بیوشیمیایی بدن <i>Pontogammarus maeoticus</i> .....	
۱۳	۱-۶- تاثیر عوامل غیر زیستی محیط.....	
۱۳	۱-۶-۱- شوری.....	
۱۴	۱-۶-۲- دما.....	
۱۴	۱-۶-۳- غلظت $O_2$ .....	
۱۵	۱-۷- تغذیه.....	
۱۶	۱-۸- سیستم تولید مثل ماده ونر.....	
۱۶	۱-۸-۱- تخمدان.....	
۱۷	۱-۸-۲- مراحل تکامل اووسیت.....	
۱۸	۱-۸-۳- بیضه ها.....	
۱۸	۱-۸-۴- رفتارهای تولید مثلی.....	
۱۹	۱-۸-۴-۱- کنترل هورمونی.....	
۱۹	۱-۸-۴-۲- جفتگیری.....	
۲۰	۱-۸-۴-۳- لقاح و تشکیل تخم.....	
۲۲	۱-۸-۵- رشد و نمو جنینی و تفریح.....	
۲۳	۱-۸-۶- اثر درجه حرارت بر جفتگیری.....	
۲۴	۱-۸-۷- اثر درجه حرارت بر زمان رشد و نمو جنین ها.....	
۲۵	۱-۸- چرخه زندگی (Life cycle).....	

فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده ..... ۲۶

### فصل سوم: مواد و روشها

- ۱-۳- نمونه برداری ..... ۲۹
- ۱-۱-۳- انتخاب محل نمونه برداری ..... ۲۹
- ۲-۱-۳- روش نمونه برداری ..... ۳۰
- ۳-۱-۳- نگهداری نمونه ها در آزمایشگاه ..... ۳۰
- ۲-۳- طرح کلی آزمایش ..... ۳۲
- ۱-۲-۳- بررسی رفتارهای تولید مثلی ..... ۳۲
- ۲-۲-۳- تعیین مدت جفتگیری و انکوباسیون تخم ها تا زمان خروج نوزادان از کیسه تخم ..... ۳۲
- ۳-۲-۳- باروری ..... ۳۳
- ۳-۳- انتقال تازه متولدین به ظروف جدید ..... ۳۳
- ۴-۳- تشریح جانور ماده به منظور مشاهده تخمدان ..... ۳۳
- ۵-۳- بررسی مراحل تکامل اووسیت ..... ۳۴
- ۱-۵-۳- مرحله اول: تثبیت ..... ۳۴
- ۲-۵-۳- مرحله دوم: آبیگری ..... ۳۴
- ۳-۵-۳- مرحله سوم: شفاف سازی ..... ۳۴
- ۴-۵-۳- مرحله چهارم: تهیه بلوک پاراتینی ..... ۳۴
- ۵-۵-۳- مرحله پنجم: مقطع برداری و قرار دادن مقاطع روی لام ..... ۳۵
- ۶-۵-۳- مرحله ششم: رنگ آمیزی لامها ..... ۳۵

### فصل چهارم: نتایج

- ۱-۴- مورفولوژی ..... ۳۷
- ۲-۴- مشاهده رفتارهای تولید مثلی ..... ۴۱
- ۱-۲-۴- جفتگیری ..... ۴۱
- ۲-۲-۴- انکوباسیون تخم ها و خروج نوزادان از کیسه تخم ..... ۴۲
- ۳-۴- مورفولوژی تخمدان ..... ۴۴
- ۴-۴- مراحل تکاملی اووسیت ..... ۴۷
- ۱-۴-۴- مرحله اووسیت نارس یا اووگونی (Immature) ..... ۴۷
- ۲-۴-۴- مرحله اووسیت اولیه (Primary oocyte) ..... ۴۸
- ۳-۴-۴- مرحله اووسیت ثانویه (Secondary oocyte) ..... ۴۸
- ۱-۳-۴-۴- فاز Previtellogenic oocyte ..... ۴۸

۴-۴-۳-۲- فاز Vitellogenic oocyte ..... ۴۹

۴-۴-۴- اووسیت بالغ (Mature) ..... ۵۱

### فصل پنجم : بحث

۵-۱- مورفولوژی ..... ۵۵

۵-۲- رفتارهای تولید مثلی ..... ۵۷

۵-۳- مورفولوژی تخمدان ..... ۶۲

۵-۴- مراحل تکاملی اووسیت ..... ۶۳

پیشنهادات ..... ۶۷

منابع ..... ۶۸

## فهرست شکلها

- شکل ۴-۱- شخصی - شکل شماتیک جنس ماده *P. maeoticus* ..... ۳۷
- شکل ۴-۲- شخصی - شکل شماتیک فرورفتگی C شکل در *P. maeoticus* جنس ماده ..... ۳۸
- شکل ۴-۳- شخصی - شکل شماتیک صفحه نگهدارنده تخم (oostegite) در ماده ..... ۳۸
- شکل ۴-۴- شخصی - شکل شماتیک آنتن دوم در جنس نر (a) و ماده (b)، *P. maeoticus* ..... ۳۸
- شکل ۴-۵- شخصی - شکل شماتیک گناتوپود اول و دوم جنس ماده، *P. maeoticus* ..... ۳۹
- شکل ۴-۶- شخصی - شکل شماتیک گناتوپود اول و دوم جنس نر، *P. maeoticus* ..... ۴۰
- شکل ۴-۷- شخصی - شکل شماتیک پای سینه ای سوم در جنس ماده (a) و نر (b)، *P. maeoticus* ..... ۴۰
- شکل ۴-۸- تصویر حالت جفتگیری و شکل شماتیک (شخصی) آن در *P. maeoticus* ..... ۴۱
- شکل ۴-۹- وجود تخمهای با رنگ صورتی روشن در کیسه تخم ..... ۴۲
- شکل ۴-۱۰- نوزاد کامل *P. maeoticus* ..... ۴۳
- شکل ۴-۱۱- شخصی - شکل شماتیک محل قرارگیری تخمدان در برش طولی و عرضی *P. maeoticus* ..... ۴۴
- شکل ۴-۱۲- تصویر محل قرارگیری تخمدان ..... ۴۵
- شکل ۴-۱۳- مقطع عرضی از بدن *P. maeoticus* ماده ..... ۴۶
- شکل ۴-۱۴- نمای ظاهری تخمدان ..... ۴۶
- شکل ۴-۱۵- مقطع از تخمدان ..... ۴۷
- شکل ۴-۱۶- اووسیت اولیه (PO) بیضی شکل در تخمدان مشاهده می شود ..... ۴۸
- شکل ۴-۱۷- PrV؛ اووسیت ثانویه در مرحله پیش زرده سازی (Previtellogenic oocyte) ..... ۴۹
- شکل ۴-۱۸- اووسیت ثانویه در فاز ابتدایی (Vit1) و نهایی (Vit2) زرده سازی (Vitellogenic oocyte) ..... ۵۰
- شکل ۴-۱۹- اووسیت ثانویه در انتهای زرده سازی ..... ۵۰
- شکل ۴-۲۰- برش طولی از بدن *P. maeoticus* ماده ..... ۵۱
- شکل ۴-۲۱- اووسیت بالغ (Mature) ..... ۵۲
- شکل ۴-۲۲- اووسیت بالغ (Mature) قبل از لقاح ..... ۵۲
- شکل ۴-۲۳- جنین در مرحله دو سلولی که در کیسه تخم مشاهده شده است ..... ۵۳



مطالعه مراحل تولید مثل آمفی پود (ناجورپایان) دریای خزر (*Pontogammarus maeoticus*)  
فاطمه نظر حقیقی

آشنایی با مراحل تولید مثل آمفی پود دریای خزر ممکن است جهت استفاده از آن به عنوان غذای زنده نکات مثبت جدیدی را آشکار سازد. به منظور مطالعه مراحل تولید مثل *Pontogammarus maeoticus*، نمونه برداری از سواحل جنوبی دریای خزر (سواحل بخش حسن رود (جفروود)) انجام شد. نمونه ها به همراه مقداری از ماسه بستر به آزمایشگاه منتقل شده و طی مدت مطالعه تحت شرایط تقریباً ثابت شوری آب دریا ( $9 \pm 0.5$  ppt) و دمای  $25 \pm 1$  درجه سانتیگراد و دوره تاریک و روشنایی ۱۲ به ۱۲ ساعت قرار داده شدند. بررسی در دو بخش انجام شد.

در بخش نخست رفتارهای تولید مثلی بررسی شد. متوسط زمان طی شده در مرحله Precopula (جفت شدن نر و ماده)  $2/6 \pm 0/9$  روز و متوسط زمان رشد جنینی (زمان پرورش در کیسه جنینی)  $8/5 \pm 1/1$  روز تخمین زده شد. میزان هم آوری (باروری)، بر اساس میانگین تعداد تخم های لقاح یافته به ازای هر جانور ماده  $14/1$  عدد تخمین زده شد. اولین جفتگیری بعد از حدود ۴۰ روز پس از تولد مشاهده شد.

در بخش مطالعات بافت شناسی ماده های بارور و ماده های در حال جفتگیری در محلول بوئن تثبیت و سپس بلسوک های پارافینی آنها مقطع گیری شدند. از روش رنگ آمیزی انوزین-هماتوکسیلین استفاده شد. تکامل اووسیت طی چرخه تولید مثل در شرایط آزمایشگاه، به چهار مرحله اووسیت نارس، اووسیت اولیه، اووسیت ثانویه (شامل دو فاز پیش زرده سازی و زرده سازی) و اووسیت بالغ تقسیم گردید.

لغات کلیدی: آمفی پود، مراحل تولید مثل، دریای خزر.

## Abstract

The study of Reproductive stages of Caspian Sea Amphipod: (*Pontogammarus maeoticus*)  
Fatemeh Nazarhaghighi

The study of reproductive stages of Caspian Sea Amphipod may reveal new points to use it as live food. The sampling was made in southern coasts of Caspian sea (Jefrood beache). Amphipods transferred to laboratory with some their native sediment. Samples were maintained in controlled laboratory condition as temperature of  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , salinity of  $9\pm 0.5$  ppt and a 12 hrs light - dark regime. The study programme was performed in two parts.

In the first part, reproductive behaviors have been inspected. The average priod spent in precopula stage was about  $2.6\pm 0.91$  days and embryonic development took about  $8.5\pm 1.05$  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.

In second part of this study, gravid females and females in precopula were fixed by fixative, processed, embedded in paraffin as sectioned at  $5\mu$  thickness. Further stained by Hematoxylin-Eosin general method. Based on the histological study, oocyte development during reproductive cycle has been classified into four different stages, which include: 1) oogonia, 2) primary oocyte, 3) secondary oocyte (contains two substage; previtellogenic oocyte and vitellogenic oocyte) and 4) mature oocyte.

**Key words:** Amphipod, reproductive stages, Caspian Sea.

بخش اول

# مقدمه و کلیات



## مقدمه:

ناجورجورپایان یکی از راسته های سخت پوستان هستند که به دلیل فراوانی و تنوع زیاد بخش مهمی از اکوسیستمهای آبی را تشکیل می دهند [Biristein, 2000]. ناجورجورپایان در سراسر جهان از معروفیت خاصی برخوردارند و از موجودات عمده آبهای سطحی اروپا، آسیای شمالی و آمریکاهستند [شفیع زاده، ۱۳۷۴].

این جانوران در آبهای شور و شیرین جزء اصلی زنجیره غذایی می باشند. به دلیل گسترش همه گیر 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 گرفته اند [شفیع زاده، ۱۳۷۴]. این جانوران غذای اصلی بسیاری از گونه های ماهی از جمله قزل آلا، کپور، ماهیان خاویاری و همه ماهیهای آکواریومی هستند [Biristein, 2000]. ناجورپایان به دلیل حساسیت بالا به آلاینده ها و مواد سمی، به عنوان شاخص زیستی آلودگی آب بشمار رفته و نیز به عنوان جانوران اصلی در ارزیابی کیفیت آب نقش مهمی دارند [Karaman and Pinkster 1977].

با رشد روزافزون جمعیت، پرورش انواع آبزیان یکی از قدمهای مؤثر برای تأمین نیاز رو به رشد انسان به تولیدات غذایی است. البته این پرورش از قرنهای پیش معمول و مرسوم بوده است. در سالهای اخیر آبی پروری رشد فزاینده ای داشته و تکثیر و پرورش انواع گونه های مختلف آبی در شرایط مصنوعی رایج گردیده است. بسیاری از منابع غذایی زنده (از جمله روتیفر، آرتمیا، دافنی، کرم سفید و ...) از رژیم غذایی ماهیان پرورشی در محیط های طبیعی آنها (آبهای شور و شیرین) گزینش شده و پس از بررسی و مطالعات اولیه روی بیولوژی، پراکنش و روشهای تولید مثلی، سعی در تولید انبوه این موجودات شده است [سالک یوسفی، ۱۳۷۹].

سخت پوستان خانواده گاماریده که گاهی به اختصار گاماروس (Gammarus) خوانده می شوند، یکی از شاخص ترین خانواده های راسته ناجورپایان (آمفی پود) می باشد [جمیلی، ۱۳۵۳]. اهمیت علمی این خانواده بسیار زیاد است و اکثر ماهیان اقتصادی دریای خزر و آزروف از آنها تغذیه می کنند. به علاوه گاماریده های خشک شده برای تغذیه ماهیان آکواریومی و تزئینی نیز مورد استفاده قرار می گیرند. علاوه بر ماهیها، برخی از پرندگان کنار آبی نظیر پاشلک (Red Shank) و فلامینگو از گاماریده های موجود در ماسه سواحل دریاها به ویژه دریای خزر تغذیه می نمایند [فرپور، ۱۳۶۳].

مطالعه چرخه تولید مثل این جانور بعنوان یکی از اعضاء مهم اکوسیستم های آبی از دیدگاه جانورشناسی حائز اهمیت است. 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 می یابند می توان از آنها به عنوان غذای زنده مفید

در طرح‌های پرورش آبزیان استفاده کرد. بنابراین جهت نیل به هدف فوق و ارائه فن آوری صحیح پرورش انبوه گام‌اریده‌ها به عنوان غذای زنده ماهیان، مطالعه چرخه زندگی و تولید مثلی این جانور ضروری می‌نماید. با توجه به حساسیت بالای این موجودات به آلاینده‌های محیط زیست و تاثیر مستقیم آلودگی بر چرخه و مکانیسم تولید مثلی جانور شناخت بیشتر چرخه و ساختار اندام تولید مثل، آنرمالی‌های احتمالی و رویه تکثیر آنها به عنوان جاندار با ارزش اقتصادی ضروری است.

### ۱- زیرشاخه سخت پوستان (Crustacea):

در میان تمام گروه‌های جانوران بی مهره، شاخه بندپایان (Arthropoda) شامل انواع بسیار گوناگون است که به شرایط مختلف زندگی سازش حاصل کرده‌اند. از نظر تنوع شکل و تعداد حیرت‌انگیزانند. در حقیقت سازگاری برای استفاده از تمام محیط‌های زندگی، و انواع منابع غذایی برای سایر جانوران مشکل است و این توضیحی بر گوناگونی و فراوانی انواع بندپایان است [فرپور، ۱۳۶۳]. شاخه بندپایان بیش از ۷۴۰/۰۰۰ گونه شناخته شده و مشهور دارد. بسیاری از آنها از نظر تعداد و فراوانی قابل توجه هستند [Martin and Davis, 2001].

جایگاه زیرشاخه مهم سخت پوستان در شاخه بندپایان می‌باشد. این جانوران گروه بزرگی از بندپایان را به خود اختصاص داده‌اند و شامل تقریباً ۲۵,۰۰۰ گونه شناخته می‌شوند [Martin and Davis, 2001]. غالب سخت پوستان آبی هستند و در محیط‌های زیست دریایی یا آب شیرین ساکن‌اند. البته گروه کوچکی نیز هستند که با زندگی در محیط خشکی سازگاری یافته‌اند [حبیبی، ۱۳۶۷].

محققین به وسیله آزمایش‌هایی موفق شده‌اند انواع ویتامین‌ها، چربی‌ها و سایر مواد با ارزش را از سخت پوستان پلانکتون به دست آورند. در کارخانجات پرورش ماهی، بعضی از انواع سخت پوستان را که برای تغذیه نوزادان ماهی لازم است تکثیر می‌کنند. بدن سخت پوستان مانند سایر بندپایان از زره کیتینی پوشیده شده است. اندازه بدن، شکل بدن، ساختمان درونی و رنگ و سایر صفات سخت پوستان بسیار گوناگون است [فرپور، ۱۳۶۳].

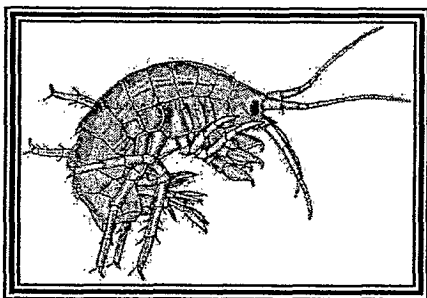
زیر رده سخت پوستان عالی به فوق راسته‌هایی تقسیم می‌شود که هر کدام به نوبه خود شامل چند راسته هستند. یکی از این فوق راسته‌ها، فوق راسته وسیع Peracarida یا جانوران شبیه میگو (near shrimp) هستند. فوق راسته پراکاریدا شامل چند راسته است که ناجورپایان (Amphipoda) یکی از راسته‌های مهم آن است [فرپور، ۱۳۶۳].

## ۱-۱- راسته مهم ناجورپایان (*Amphipoda*):

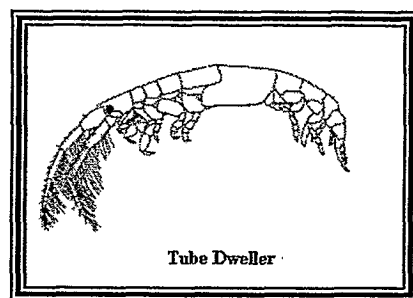
Latreille در سال ۱۸۱۶ راسته ناجورپایان را بنیان نهاد، آنچه که امروزه آنها را گاماریده *Gammaridean* می نامیم. راسته دوجورپایان یا ناجورپایان به همراه جورپایان (*Isopoda*) و چند راسته دیگر زیر رده سخت پوستان عالی (*Malacostraca*) را تشکیل می دهند [حییبی، ۱۳۶۷]. ناجورپایان یکی از بزرگترین طبقات موفق سخت پوستان هستند. شاید بیشترین گونه ها و محیط های پرجمعیت آبی متعلق به این گروه باشد.

نام *Amphipoda* از کلمه "amph" (از واژه یونانی *amphi= amphis* به معنای دو تا، دو جور، جدا) و *pod* (از واژه یونانی *pous* یا *podos* به معنای پا) تشکیل شده است و به وجود پاهای متفاوت در این جانوران بر می گردد. [Jaeger, 1955].

تنها جانور شناسان ناجورپایان را نمی شناسند بلکه ماهیگیران نیز آنها را به خوبی می شناسند. ساکنین مناطق مختلف روسیه و کشورهای اطراف آن این جانور را به نامهای مختلف می شناسند: در دریای خزر به نام «استونوگ»، در اورال و در مغرب سبیری به نام «مورمیش» یا «مورمیشکا» در بایکال و مشرق سبیری به نام «بارماش» معروف است [فرپور، ۱۳۶۳]. در دریا ناجورپایان در داخل نقب هایی که در رسوبات گلی و شنی می سازند، زندگی می کنند. همچنین ممکن است در میان ماکروجلبک ها و بی مهرگان ثابت نیز مسکن گزینند. اندازه شان بین ۱ تا ۱۰mm متغیر است اما در دریاها عمیق گونه هایی با اندازه ۳۰cm هم دیده شده است. ناجورپایان دارای دو شکل بدنی خیلی متفاوت هستند. یکی طویل (کشیده)، لاغر و کند و دیگری فشرده و چابک [Melaughlin, 1980].



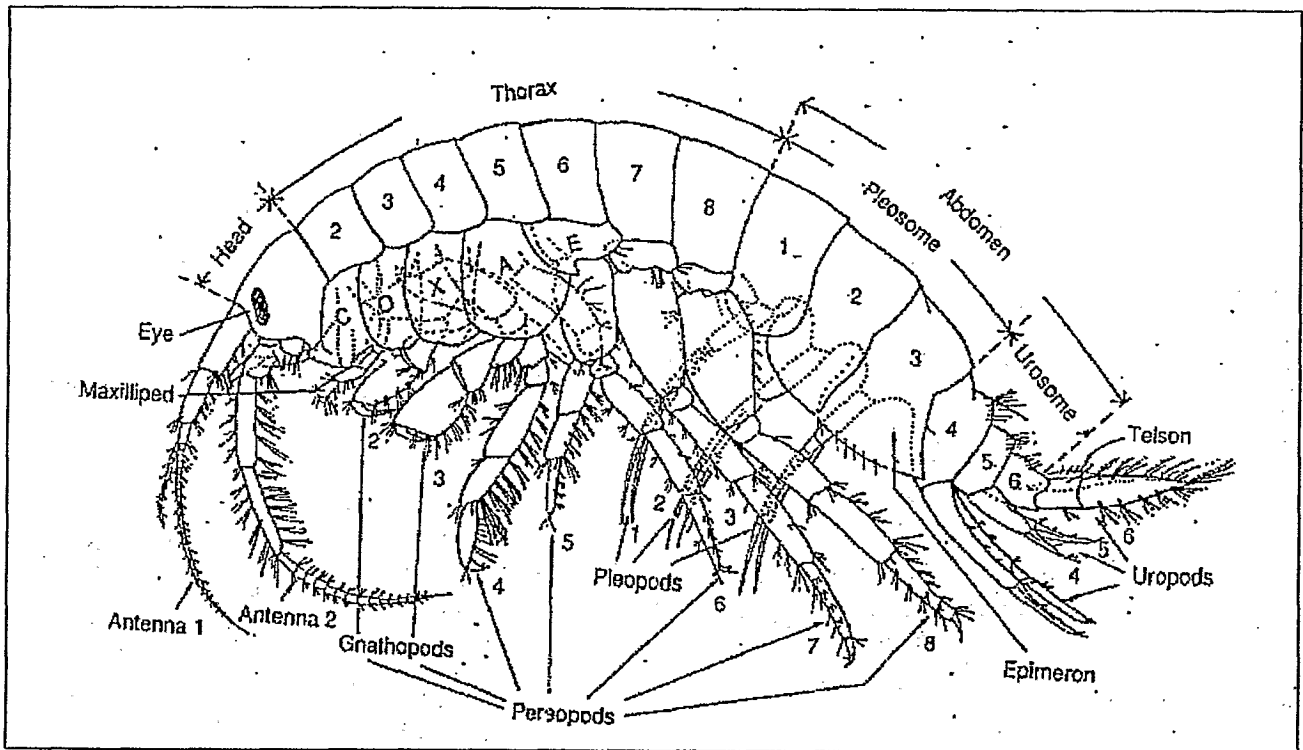
شکل ۱-۱-ب - شکل بدنی فشرده و چابک



شکل ۱-۱-ا - شکل بدنی کشیده، لاغر و کند

این جانوران دارای بدن بند بند (متصل به هم)، اعضاء بندبند و پوسته یا اسکلت خارجی هستند. اسکلت خارجی در اینها انعطاف پذیر (*Flexible*) است اما قابلیت کشش (*Stretchable*) ندارد و برای رشد باید پوست اندازی کنند. ناجورپایان خصوصیتی دارند که آنها را کاملاً از خرچنگها و میگوها متفاوت میکند با این وجود با این دو گروه مرتبط اند. مثلاً در گروهی قرار می گیرند که به آنها *Peracarida* یا شبه میگو (*near shrimp*) گویند. همه این جانوران دارای خصوصیات ساختاری

مشابه هستند مانند شکل کلی بدن و تعداد مشابه اعضاء در هر بخش از بدن. با این حال ناجورپایان به چند دلیل از میگوها و خرچنگها متفاوت اند. اولاً ناجورپایان فاقد کاراپاس مشخص (پوسته سختی که در خرچنگ و میگو در قسمت سینه ای هست) می باشند. تفاوت دیگر آن است که ناجورپایان ماده دارای یک کیسه جنینی (brood pouch) در سطح شکمی خود می باشند در صورتی که خرچنگها و میگوها فاقد این ساختار هستند، بعد از جفتگیری ناجورپای ماده تخم ها را در کیسه جنینی نگهداری می کند و از آنها تا زمانی که برای خروج از کیسه جنینی آمادگی داشته باشند محافظت می کند. نوزادانی که از این کیسه خارج می شوند یک ناجورپای کوچک با همه کار کردهای یک ناجورپای بالغ است. این مطلب نشان می دهد که ناجورپایان فاقد دوره لاروی آزاد هستند [Melaughlin, 1980].



شکل ۱-۲ نمای جانبی یک ناجورپای، اقتباس از Barnes and Ruppert, 1994

## ۱-۲- زیستگاه ناجورپایان و پراکنش آنها در دریای خزر:

تعداد زیادی از انواع ناجورپایان در دریاها زندگی می کنند. هم در کف آب و هم در لایه های مختلف آب سکونت دارند. انواع ناجورپایان در آبهای شیرین گوناگون هستند اما تعداد آنها به مراتب کمتر از انواع دریایی است.

اکوسیستم های ساحل صخره ای در نواحی معتدل که همیشه با جلبکهای بزرگ پوشیده شده است، زیستگاه مناسبی از نظر مواد غذایی برای تعداد زیادی از جانوران کف زی می باشد. در بین این جانوران، ناجورپایان گاماریده اغلب خیلی فراوان و برجسته می باشند [Edgar, 1983, Pavial 1991]. ناجورپایان خانواده ی گاماریده گروه غالبی از سخت پوستان پر کاردین در دریاها ی کم عمق (به خصوص استوا) هستند. به صورت لانه گزینی (nestling) در غارها، رسوبات و در بین جلبکها و گیاهان دریایی ساکن می شوند [Biristein and Romanova, 1968].

در ماسه های ساحلی دریای آزوف و نواحی مرکزی و جنوبی دریای خزر می توان مشاهده کرد که با هر برخورد موج به ساحل توده عظیمی از ناجورپایان پونتوگاماروس (نیفارگوئید) موتیکوس *Pontogammarus (Niphorgoides) maeoticus* به ساحل پرتاب می شوند. هنگامی که موج دریا به عقب بر می گردد این جانوران رسوبات را حفر می کنند و با فرا رسیدن موج بعدی از زیر رسوبات بیرون می آیند و دو مرتبه این عمل تکرار می شود. بعضی از ناجورپایان دریای خزر قادرند به رودخانه بیایند، به این ترتیب می توانند در مقابل جریان آب مقاومت کنند و به عقب باز نگردند. مثلاً پونتوگاماروس سارسی *Pontogammarus sarsi* در سطح آب و در جریان رود ولگا قرار می گیرد و در مقابل جریان آب مقاومت کرده، رسوبات رودخانه را حفر می کنند [فرپور، ۱۳۶۳].

در دریای خزر نتایج حاصل از مطالعات نشان داده اند که اعضای خانواده گاماریده از راسته ناجورپایان در اعماق ۵۰ متر و خصوصاً ۱۰۰ متر بیشترین فراوانی و پراکنش را دارند. بنابراین با توجه به اینکه بستر در این اعماق از ذرات ریز تشکیل شده است، می توان اذعان نمود که گاماریده ها بیشتر بسترهای نرم را که دارای دانه های شن کمتری هستند، برای زندگی ترجیح می دهند. البته بعضی از گاماریده ها در بسترهای شنی به سر می برند و در نواحی کم عمق (کمتر از ۵ متر) و لایه های اولیه منطقه لیتورال سواحل جنوبی دریای خزر به ویژه منطقه ای که در معرض ضربات امواج آب قرار دارد، جمعیت انبوهی را تشکیل می دهند. این موجودات غالباً از جنس *Pontogammarus (Niphorgoides)* هستند. انتشار و فراوانی گاماریده ها در اعماق پایین (۱۰ و ۲۰ متر) کمتر از اعماق بالاتر (۵۰ تا ۱۰۰ متر) است. به علاوه فراوانی این موجودات در فصل بهار و تابستان بیشتر از فصول پاییز و زمستان است. افزایش فراوانی و انتشار اعضای این خانواده در فصل های بهار و تابستان امری طبیعی بوده چرا که



در این فصول فعالیت های حیاتی شان از قبیل تغذیه و تولید مثل افزایش یافته و بالطبع پراکنش و فراوانی آنها نیز زیاد خواهد شد [زحمتکش ۱۳۷۲].

برای تعداد و انواع گونه های ناجورپایان موجود در دریای خزر و حوزه آبریز آن در منابع مختلف ارقام تا حدودی متفاوت است. اما بطور کلی اطلاعات زیر در دسترس است:

تا کنون در دریای خزر ۷۴ گونه از ناجورپایان ثبت شده که البته ممکن است گونه های ناشناخته دیگری نیز در این دریا موجود باشد. ناجورپایان خزری را بر حسب نژاد به سه گروه قابل تقسیم است: ۶۹ گونه به مجموعه جانوری اوتوختونی خزری تعلق دارند و ۴ گونه دارای نژاد آرکتیکی (قطب شمالی) و خیلی نزدیک به گونه های حوضه ی قطبی می باشند. تنها گونه منفرد *Corophium volutator* (Pallas) را می توان جزء بومی شدگان از دریای مدیترانه به حساب آورد. از ۶۹ گونه بومی ناجورپایان خزری ۳۸ گونه از آنها در حوضه آذوف- دریای سیاه و یک گونه در دریای آرال شناخته شده است. به غیر از آن خیلی از آنها در رودخانه های حوضه خزری آزر- دریای سیاه و *Gammarus ischnus*, *Corophium curvispinum* نیز در حوضه دریای بالتیک بومی شده اند. در ضمن گونه ی اول توسط کشتی تا انگلستان نیز رسیده است [Biristein and Romanova, 1968].

در دریای خزر ۹ راسته از سخت پوستان شناسایی شده اند. راسته ناجورپایان خزری داری ۵ خانواده می باشد [Biristein and Romanova, 1968]. خانواده گاماریده یکی از شاخص ترین خانواده های راسته ناجورپایان می باشد. ۱۳۰ جنس متعلق به این خانواده در دریاها و آبهای شیرین زیست می نمایند که از میان آنها تا کنون ۱۹ جنس در دریای خزر گزارش شده است [شریعتی، ۱۳۷۸].

در بررسی بر روی ناجورپایان بخش های ساحلی و اعماق دریای خزر مشخص گردید که این ناجورپایان به ۵ خانواده *Gammaridae*, *Gammaradcanthidae*, *Caspiculidae*, *Pontoporeidae*, *Corephidae* تعلق دارند و در این بین بیشترین تعداد گونه های ناجورپایان به خانواده *Gammaridae* تعلق دارند و شامل ۲۴ گونه در ۱۳ جنس می باشد [میرزاجانی ۱۳۷۶].

طی بررسی نمونه های برداشت شده از کف خزر جنوبی، ۸ جنس متعلق به خانواده گاماریده تشخیص داده شدند که

عبارتند از: *Axelboeckia*, *Gammarus*, *Gammaracanthus*, *Gmelinopsis*;

*Niphargoides* (*Pontogammarus*), *Pandorites*, *Amathillina*, *Derzhavenilla*.

از جنس ها نسبت به کل نمونه های بررسی شده در جدول (۱-۱) آورده شده است. همانطوری که در این جدول مشخص است،

جنسهای *Pandorites*, *Pontogammarus* بیشترین درصد گاماریده را در مقایسه با دیگر جنس ها تشکیل می دهد (به ترتیب

۴۹/۱۹٪ و ۳۴/۶۸٪). به علاوه از کناره های سواحل دریای خزر (منطقه ای که در معرض ضربات امواج قرار دارد) نیز در دو مرحله نمونه برداری شده و در هر مرحله تعداد ۱۰۰ نمونه از گاماریده ها مورد مطالعه قرار گرفته اند که عمدتاً از جنس *Pontogammarus* بوده و به ندرت نمونه هایی از جنس *Gammarus* در میان آنها مشاهده شده اند [زحمتکش ۱۳۷۲].

جنس	تعداد	درصد
<i>Pontogammarus</i>	۱۸۳	۴۹/۱۹
<i>Gammarus</i>	۲۳	۶/۱۸
<i>Gmelinopsis</i>	۷	۱/۸۸
<i>Gammaracanthus</i>	۳	۰/۸۱
<i>Pandurites</i>	۱۲۹	۳۴/۶۸
<i>Amathillina</i>	۸	۲/۱۵
<i>Axelboeckia</i>	۷	۱/۸۸
<i>Derzhavnilla</i>	۱۲	۳/۲۳
جمع	۳۷۲	۱۰۰

جدول (۱-۱) - ۸ درصد فراوانی جنسهای شناخته شده متعلق به خانواده گاماریده در سواحل جنوبی دریای خزر.

در خزر میانی تا عمق ۱۰ متری عموماً گونه ی *Pontogammarus maeoticus* مشاهده می شود. در عمق ۴۸۰ متر فقط دو گونه *Pandorites podoceroideis* و *Boeckia spinosa* وجود دارند. در مناطق خودات (Khoudat) و کیلیاز (Kyliaz) در اعماق ۵۰-۴۰ متری گاماروسهای قطب شمال به همراه چند گونه دیگر بر سایرین غالب هستند [شریعتی، ۱۳۷۸].

### ۳-۱- جایگاه سیستماتیک گونه مورد بررسی:

همانطور که گفتیم جنسهای *Pontogammarus* , *Pandorites* بیشترین درصد گاماریده را در مقایسه با دیگر جنسها تشکیل می دهد. به علاوه در نمونه برداری از کناره های سواحل دریای خزر گاماریده ها عمدتاً از جنس *Pontogammarus* بوده اند. گونه مورد بررسی در این مطالعه گونه *Nipharagoides(Pontogammarus) maeoticus* می باشد. جایگاه سیستماتیک این گونه به طور کل به صورت زیر است [دلیناد و نظری، ۱۳۷۹].

kingdom: **Animalia**

Phylum: **Arthropoda**

Class: **Crustacea**

Subclass: **Malacostraca**

Super Order: **Peracarida**

Order: **Amphipoda**

Supraorder: **Gammaroidea**

Suborder: **Gammaridea**

Family: **Gammaridae**

Genus: **Nipharagoides G. O. Sars**

G. O. Sars, 1894; Bristeein, 1945

Sub Genus: *Pontogammarus*(Sowinsky)

Sowinsky, 1904, Martynov, 1924, Bristein; 1945.

Sp: *Nipharagoides (Pontogammarus) maeoticus*(Sowinsky)

G.O. Sars, 1894 (Gammarus); Sowinsky, 1894 (Gammarus); Martynov, 1924

(Pontogammarus); Tuculescu, 1933; Carausu 1943 (Pontogammarus); Gurianova, 1951.

به طور کل گونه *P.maeoticus* پراکنش وسیعی را در حد فاصل خزر میانی و جنوبی دارد. به عنوان مثال در نواحی مجمع الجزایر آپشرون تراکم آن از ۶ تا ۴۰ هزار عدد در متر مربع با بیوماس ۶۰-۴۰ گرم در متر مربع متغیر است (Kasymov, 1976). تولید انبوه *Pontogammarus* در آبهای نواحی ساحلی روی بسترهای ماسه ای به نیاز به اکسیژن بیشتر جانور مربوط می شود. در اثر نامساعد شدن شرایط آبی نوار ساحلی (کاهش دما، آلودگی و غیره) آنها به مناطق عمیق تر می روند که این مورد بیشتر در زمستان مشاهده می شود. این جانوران زمستان را در عمق ۲-۳ متری سپری می کنند [شریعتی، ۱۳۷۸].

#### ۱-۴-۱- مورفولوژی *Pontogammarus maeoticus*:

##### ۱-۴-۱-۱- مورفولوژی نوزاد:

در سخت پوستانی که تکوین مستقیم دارند موجودی که از تخم خارج می شود شبیه والدین است، جز اینکه قدرت تولید مثلی ندارد. در مورد *Marinogammarus* ثابت شده است که زمان بعد از لقاح تا تفریخ تخم را می توان به ۵ مرحله تقسیم کرد که در هر مرحله اندام هایی از موجود تکوین می یابد. بعد از تفریخ جوان ها داخل کیسه تخمی مادر باقی می مانند و ۳ تا

۱۴ روز بعد، از این کیسه خارج شده و به زندگی خود ادامه می دهند [Sheader and Chia, 1970]. در مورد ناجورپایان نیز آنچه که از کیسه تخمی خارج می شود، یک ناجورپای کوچک با کارکردهای کامل است که از نظر مورفولوژی شبیه والدین است [Browne, 2005]. این نشان می دهد که ناجورپایان نیز دوره لاروی یا زندگی آزاد را از دست داده اند [Jaeger, 1955].

#### ۱-۴-۲- مورفولوژی *Pontogammarus maeoticus* در مرحله بلوغ:

این گونه به طور گسترده دریای خزر و دریای سیاه را تحت پوشش قرار می دهد و به مناطق آبی داخلی نیز نفوذ می کند [Stock, 1998]. بدنی یکپارچه دارد. بدن از پهلوها فشرده و فاقد سپر سر سینه ای (کاراپاس) است و به سه قسمت تقسیم می شود:

سر با بند اول سینه به هم پیوسته یا یکی است، سینه از هفت بند آزاد تشکیل شده و شکم شامل ۶ بند می باشد. انتهای شکم به تلسون (Telson) ختم می شود [دلیناد و نظری، ۱۳۷۹]، (شکل ۱-۲).

سر دارای یک جفت چشم حساس به نور (Facette) گود رفته و ۵ جفت ضمایم است. آنتن های I و II مانند بیولها یا آرواره چونده و ماکسیلای I و II به لبه قدامی سر متصل شده و بقیه ضمایم در پهلوها و پشت دهان واقع شده اند [دلیناد و نظری، ۱۳۷۹].

ساقه آنتن I ۳ بند دارد، و از شاخک تاییده اصلی معمولاً چند بندی و تازک فرعی کوتاه تشکیل شده است. این تازک کوتاهتر از نصف شاخک اصلی است. ساقه آنتن II ۵ بندی است [دلیناد و نظری، ۱۳۷۹]. آنتن ها قوی هستند. تازک آنتن I دارای ۸ تا ۹ بند است و تازک فرعی ۵ بند دارد. آنتن دوم دارای ۳ مفصل بیرونی ساقه است و به طور متراکمی با موهای ظریف پوشیده شده است [میرزاجانی ۱۳۷۶]، (شکل ۱a,b-۳).

هفت جفت پاهای بندهای سینه ای پریوپود (Pereopod) یا پای سینه ای نامیده می شوند. اولین بند (کوکسالی) (Coxial) هر پای سینه ای به بند مربوط به خود متصل می شود، که صفحه کوکسالی را به وجود می آورد. ششمین هفتمین (بند قبل از آخر و آخرین) بندپاهای سینه ای I و II چنگال کاذب را تشکیل می دهد. ضمناً بند ششم پهن شده و اغلب گلابی شکل است و هفتمین بند-ناخن- می تواند بر روی کناره بند ششم، مانند تیغه چاقوی تاشو، بر روی دسته خود تا شود. انتهای بند ششم را که به وسیله ناخن تاشو پوشیده می شود، کنار پالمار (Palmar، واقع در دست) می نامند. دو جفت پاهای سینه ای قدامی مجهز به چنگال کاذب گناتوپود (Gnathopod) نامیده می شوند [دلیناد و نظری، ۱۳۷۹] (شکل ۱-۱ و ۱-۴).

به اولین بند پاهای سینه ای (به غیر از جفت های قدامی) از طرف داخل آبششهای برگ مانند متصل شده اند و در ماده بالغ به غیر از آن، اوستگیت ها (Ostegite) در زیر سینه تشکیل کیسه تخم یا مارسوپیوم (Marsupium) را می دهند. در این کیسه تخم گذاشته می شود و همچنین نوزادان بیرون آمده از تخم نیز داخل آن جای می گیرند.