

مطالعه همآوری و ساختار جمعیتی گاماروس

Pontogammarus maeoticus (Gurianova, 1951) در سواحل جنوبی دریای خزرحسن تقوی جلودار^{۱*}، مصطفی عسگری^۱، حسن فضلی^۲، ناصر جعفری^۱

* taghavi25@yahoo.com

۱- دانشگاه مازندران

۲- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۵

تاریخ دریافت خرداد ۱۳۹۵

چکیده

به منظور بررسی هم‌آوری و ترکیب جمعیتی گاماروس (*Pontogammarus maeoticus* (Gurianova, 1951) در نوار سواحل دریای خزر، نمونه برداری بصورت دو ماه یکبار در ده ایستگاه (بین بابلسرو فریدون کنار) به مدت ۱۱ ماه از مرداد ۱۳۹۲ لغایت اردیبهشت ۱۳۹۳ بصورت تصادفی انجام گرفت. از ۱۹۰۶ عدد گاماروس بررسی شده، دارای ترکیب جمعیتی نر (۶۷۳)، ماده (۸۷۳) و نابالغ (۳۶۰) بود. بر اساس آزمون کراسکال-والیس بین میانگین تعداد گاماروس‌ها در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف ($p < 0.05$) اختلاف معنی‌داری وجود دارد. میانگین طول در نمونه‌های نابالغ و جنس‌های نر و ماده بترتیب ۴/۱، ۸/۵ و ۸/۳ میلی‌متر و وزن بترتیب ۰/۰۰۶۸، ۰/۰۳۰۳ و ۰/۰۲۸۲ گرم محاسبه شد. نرها دارای طول و وزن بیشتری از ماده هستند و بین میانگین‌های طول و وزن دو جنس نر و ماده از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد (بترتیب طول: $p < 0.041$ و وزن: $p < 0.005$). بین طول و وزن گاماروس کل نمونه‌ها رابطه نمایی بسیار قوی وجود دارد ($R^2 = 0.80$). مقدار شیب خط $b = 2.1205$ مدل برآورد شد. حداقل میانگین هم‌آوری ۰/۵۹ ± ۶/۰ عدد و حداکثر هم‌آوری ۱۶/۴ ± ۰/۷۱ عدد می‌باشد. بر اساس آزمون کراسکال-والیس بین میانگین هم‌آوری در ماه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p < 0.001$). نتایج نشان می‌دهد که در مجموع نسبت نر: ماده ۰/۷۷: ۱ بوده و ماده‌ها کاملاً غالب هستند ($p < 0.001$). همچنین مقایسه فراوانی جنسی نر و ماده در ماه‌های مختلف نیز نشان می‌دهد که در ماه‌های اردیبهشت، مرداد و اسفند ماده‌ها از نظر آماری غالب هستند ($p < 0.05$).

کلمات کلیدی: هم‌آوری، *Pontogammarus maeoticus*، سواحل، دریای خزر

مقدمه

گاماروس *Pontogammarus maeoticus* یکی از ۷۴۰ هزار گونه مشهور از شاخه بندپایان است. جانوران این شاخه از ارتفاعات تا ۶۱۰۰ متری تا اعماق بیش از ۵۴۹۰ متری دریاها زیست می کنند. در این شاخه، رده های نظیر سخت پوستان، حشرات، عنکبوتیان و هزارپایان جای دارند (حبیبی، ۱۳۵۳)، سه رده (سخت پوستان، حشرات و عنکبوتیان) در دریای خزر زیست می کنند (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸؛ Sharifinia, 2015).

رده سخت پوستان پرتعداد هستند، ۹ راسته از آن ها که در دریای خزر شناسایی شده اند عبارتند از: مژه پایان (Cirripedia)، صدفیان (Ostracoda)، ده پایان (Decapoda، Mysidacea، Cumacea)، ناجورپایان (Amphipoda)، جورپایان (Isopoda)، آنتن منشعب ها (Cladocera) و پاروپایان (Copepoda) (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸؛ Jaume & Boxshall, 2008). طول بدن آنها بین یک میلیمتر تا ۲۰ سانتیمتر متغیر است (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸).

گاماروس *P. maeoticus* از گونه های راسته ناجورپایان است. تا کنون از این راسته ۴۳۰۰ گونه، ۱۳۰ جنس شناسایی شده، که در تمام اقیانوسها، دریاها، آبگیرهای مختلف آب شیرین و حتی آبگیرهای زیرزمینی انتشار دارند (شریعتی، ۱۳۷۸). از این راسته ۷۴ گونه که متعلق به ۱۶ جنس و ۵ خانواده هستند، در دریای خزر زیست می کنند. در بین خانواده ها، خانواده Gammaridae از لحاظ تعداد جنس و گونه تنوع بیشتری نسبت به سایر خانواده ها دارد. همچنین از ۷۴ گونه ای که در دریای خزر زیست می کنند ۶۹ گونه آنها بومی دریای خزر و ۴ گونه دارای نژاد قطب شمالی و فقط یک گونه آنها از دریای مدیترانه است (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸).

ناجورپایان خزری اکثرا کفزی و در بسترهای مختلف، زیست می کنند. فقط گونه های جنس *Pseudalibrotus* وضعیت پلانکتونی داشته و در ستون آب یافت می شوند (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸).

بررسی ها نشان داد که ۴ گونه از ناجورپایان در سواحل جنوبی دریای خزر پراکنش دارند، که عبارتند از: *Pontogammarus maeoticus* و *Pontogammarus*

Gmmarus و *Obesogammaros crassus borcea* در بین گونه های مذکور *Pontogammaros maeoticus* بیشترین تنوع را دارد (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸؛ قلی پور و فتح پور، ۱۳۹۰؛ عسکری، ۱۳۹۳).

ناجورپایان در طی یکسال بیشتر از ۲ و گاهی ۵-۶ نسل بوجود می آورد. گونه های مختلف آن از فصل بهار تا آخر فصل تابستان تکثیر می شوند. تعداد تخمهای بارور شده در کیسه یا مارسوپوم^۱ از ۲ الی ۶۰ عدد در نوسان است. تعداد تخمها بستگی زیادی به اندازه و سن ماده ها دارد. مدت زمان انکوباسیون، همچنین رشد جنین، بستگی زیاد به درجه حرارت آب محیط اطراف دارد که از ۶ روز (۲۵ درجه سانتی گراد) تا ۳۰ روز (درجه حرارت ۲-۳ درجه سانتی گراد) در نوسان است (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸).

اگر چه بعضی از گونه های ناجورپایان (*Pseudalibrotus* و *Niphargoides*) به صنعت ماهیگیری (تور و ماهی صید شده) آسیب می رساند، با این وجود، ناجورپایان غذایی اصلی اغلب ماهیان دریای خزر: کلمه، سیم، کپور، بعضی از گاو ماهیان (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸؛ Dalpadado & Bogstad, 2004) و شیشه ماهیان (امری صاحبی و همکاران، ۱۳۹۴) می باشد.

تاکنون مطالعاتی در رابطه با گاماروسهای دریایی خزر صورت گرفته از جمله: بررسی تغییرات فصلی جمعیت گاماروس *Gammarus aequicauda* در خلیج میانکاله (قلی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، بررسی صفات گاماروس دریای خزر (*Pontogammarus maeoticus*) و اجزای ضمائم دهانی آن (آزاد کار و شعبانی پور، ۱۳۹۲)، بررسی تولیدمثل و رشد گاماروس دریای خزر *P. maeoticus* در شرایط آزمایشگاهی (عابدیان و همکاران، ۱۳۸۲)، ترکیبات عمده شیمیایی گاماروس *P. maeoticus* در طول سواحل جنوبی دریای خزر (سیف آبادی و همکاران، ۱۳۸۲) می توان اشاره کرد و همچنین مطالعاتی از گاماروسهای آبهای داخلی بعمل آمده است (ابراهیم نژاد و همکاران، ۱۳۸۴، محمدی و همکاران، ۱۳۸۸). اما در رابطه با هم آوری و ساختار جمعیتی گاماروس *P. maeoticus* در سواحل جنوبی دریای خزر گزارشاتی ارائه نشده است.

¹- marsupium

جدول ۱: موقیت جغرافیایی ۱۰ ایستگاه نمونه برداری سواحل

جنوبی دریای خزر (بابلسر - فریدون کنار)

Table 1: Location of sampling stations in southern coast of the Caspian Sea (Bablsr- Fereydunknar)

ایستگاه	نام منطقه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	ساحل دشتگاه	۳۶° ۴۲'	۵۲° ۰۱'
۲	ساحل سنگی	۳۶° ۴۲'	۵۲° ۳۹'
۳	پارکینگ یک	۳۶° ۴۲'	۵۲° ۳۳'
۴	پارکینگ سه	۳۶° ۴۲'	۵۲° ۳۳'
۵	پارکینگ پنج	۳۶° ۴۲'	۵۲° ۳۷'
۶	پارکینگ شش	۳۶° ۴۲'	۵۲° ۳۷'
۷	شازده رودخانه	۳۶° ۴۲'	۵۲° ۴۰'
۸	دریا کنار	۳۶° ۴۱'	۵۲° ۳۱'
۹	خزر شهر	۳۶° ۴۱'	۵۲° ۳۱'
۱۰	پارک لاله	۳۶° ۴۱'	۵۲° ۳۱'

جهت تشخیص جنسیت نمونه ها (نر و ماده) از دو روش استفاده شد: روش اول مشاهده فرو رفتگی شبیه حرف C بین بند های ۵ و ۶ در جنس ماده (شکل A، Hickman, 1967) و دیگری تشخیص پاهای آرواره ای (گناتوپودها) که در جنس نر کاملا مشخص و رشد کرده و در جنس ماده توروم سینه ای مشاهده می گردد (شکل B، Hickman, 1967). همچنین ماده ها به دو دسته ماده های بالغ (بدون تخم) و دارای تخم تقسیم شده و نمونه های که فاقد گناتوپود رشد یافته و طول کمتر از ۵ میلی متر داشته اند بعنوان نابالغ در نظر گرفته شدند (Hickman, 1967).



شکل ۱: تشخیص جنسیت (نر و ماده) *Pontogammarus maeoticus* (تصویر از نگارنده): (A) مشاهده فرو رفتگی شبیه حرف C بین بند های ۵ و ۶ در جنس ماده (۲)، عدم وجود آن در جنس نر (۱)؛ (B) مشاهده پاهای آرواره ای (گناتوپودها)، که در جنس نر کاملا مشخص و رشد کرده (۱) و مشاهده توروم سینه ای در جنس ماده (۲).

Figure 1: Recognition of gender (male and female) of *Pontogammarus maeoticus*

A) Exitance fossa like the letter C between clauses 5 and 6 female (2), lack the male (1)

B) Existance jaw legs (Gnatv copepods), which is clear and has grown male (1) and breast Tvrvm observed in females (2)

با توجه به نقش گاماروس در زنجیره غذایی اکوسیستم های آبی و آبرزی پروری، و از طرفی افزایش آلودگی سواحل دریا با توجه به عملیات اکتشاف و استخراج نفت، لایروبی، پسابهای خانگی و صنعتی و غیره باعث شده تا گونه های زیستی در معرض خطر جدی قرار گیرند (CEESP, 2001)، لذا بررسی و مطالعه آن ضروری است. امروزه میزان صید ماهیان با ارزش اقتصادی دریای خزر بشدت کاهش یافته که یکی از علت های آن را برداشت بی رویه در صید می دانند (غنی نژاد و همکاران، ۱۳۷۳)، از طرفی ممکن است نتیجه آن به هم خوردن حالت های اکولوژیکی در اثر ایجاد آلودگی و کاهش منابع و زنجیره غذایی باشد. با توجه به موارد ذکر شده، هدف از این مطالعه هم آوری و ترکیب جمعیتی کاماروس که در زنجیره غذایی اکوسیستم نقش زیادی دارد.

مواد و روش ها

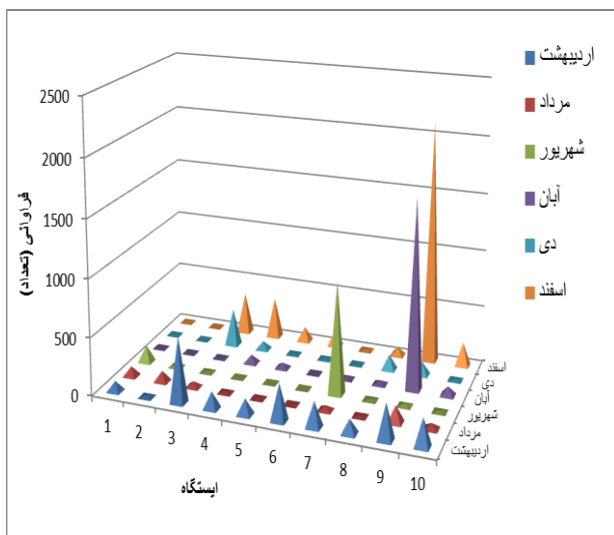
نمونه برداری از سواحل جنوبی دریای خزر (بابلسر - فریدون کنار) استان مازندران از ۱۰ ایستگاه (جدول ۱)، بصورت هر دو ماه یکبار، از مرداد ماه ۱۳۹۲ لغایت اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ انجام گرفته است. ایستگاه های نمونه گیری طوری انتخاب شدند که پراکندگی لازم را در منطقه داشته و دارای ویژگی خاص نظیر: ورودی رودخانه ها به دریا (شازده رودخانه و ساحل سنگی)، ورود مواد آلاینده به دریا مانند آب استخر (پارکینگ ۶) و یا ورود فاضلاب (پارکینگ ۱) و ایستگاه هایی فاقد ویژگیهای مذکور بودند (پارکینگ ۳، پارکینگ ۵، خزر شهر و دریاکنار). نمونه ها با استفاده از الک چشمه ۱ میلی متری و کوادرات ۵۰ × ۵۰ سانتیمتری بصورت تصادفی و با برداشت تمامی نمونه ها از درون هر کوادرات صورت گرفت. سپس نمونه ها در فرمالین ۴ درصد فیکس و به آزمایشگاه منتقل شدند.

ابتدا نمونه ها بر اساس جنسیت شامل نر، ماده، ماده دارای تخم و نابالغ با استفاده از استریومیکروسکوپ تفکیک شده (Poeckl, 1993; Sutcliffe, 1992)، سپس طول گاماروس از ابتدای سر تا تلسون^۲ (بدون در نظر گرفتن شاخک و دم) با استفاده از کولیس (با دقت میلی متر) اندازه گیری شد. برای اندازه گیری وزن تر از ترازوی دیجیتال ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد.

³-gnathopod
۱۶۹

²- telson

ها در ایستگاه‌ها ($\chi^2 = 14.8$; $p < 0.011$) و ماه‌های مختلف ($\chi^2 = 17.6$; $p < 0.040$) اختلاف معنی داری وجود دارد. میانگین (\pm انحراف معیار) طول و وزن کل نمونه‌ها بترتیب $7/6 \pm 2/49$ میلی‌متر و $1/0 \pm 1/0$ گرم برآورد شد. میانگین طول در نمونه‌های نابالغ و جنس‌های نر و ماده بترتیب $4/1$ ، $8/5$ و $8/3$ میلی‌متر و وزن بترتیب $0/0068$ ، $0/0303$ و $0/0282$ گرم محاسبه شد (جدول ۲). نرها دارای طول و وزن بیشتری از ماده هستند و بین میانگین‌های طول و وزن دو جنس نر و ماده از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود دارد (بترتیب طول: $t\text{-test} = 2.05$; $p < 0.041$ و وزن: $t\text{-test} = 2.81$; $p < 0.005$).



شکل ۲: توزیع مکانی (ایستگاهی) و زمانی تعداد گاماروس‌های شمارش شده

Figure 2: Spatial (station) and temporal distribution of *Pontogammarus maeoticus* in southern coast of the Caspian Sea

با شمارش تعداد تخم‌های موجود در کیسه تخم (مارسوپيوم) و با استفاده از معادله $F = N / WT$ (Sutcliffe, 1993) هم‌آوری تعیین شد، که $WT =$ وزن تر ماده‌ها و $N =$ تعداد تخم می‌باشد.

برای محاسبه رابطه بین طول و وزن از رابطه $W = a \times L^b$ استفاده شد (Pauly, 1984) که $W =$ وزن (گرم)، $a =$ عدد ثابت رگرسیون، $L =$ طول (میلیمتر) و $b =$ شیب رگرسیون است.

برای مقایسه نسبت‌های جنسی از آزمون کای دو و برای مقایسه میانگین تعداد گاماروس در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف، هم‌آوری در ماه‌های مختلف از آزمون کراسکال-والیس، برای مقایسه میانگین طول و وزن در دو جنس نر و ماده از آزمون تی، برای مقایسه طول و وزن در ماه‌های مختلف از تجزیه واریانس یکطرفه (ANOVA) و برای مقایسه دو به دو میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده شد. همچنین برای تعیین همبستگی بین متغیرهای محیطی و فراوانی تعداد گاماروس‌ها از روش اسپیرمن استفاده شد (Zar, 2010). تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 18 انجام شد.

نتایج

از ۱۹۰۶ عدد گاماروس بررسی شده، ۶۷۳ عدد نر، ۸۷۳ عدد ماده و ۳۶۰ عدد نابالغ بودند. همچنین ماده‌های دارای لارو، تخم و فاقد تخم یا لارو به ترتیب ۳۵/۳۱، ۴۵/۸۰ و ۱۸/۸۹ درصد از کل ماده‌ها را بخود اختصاص دادند.

بیشترین فراوانی نسبی گاماروس در ایستگاه ۹ بترتیب در ماه‌های اسفند (۴۳/۸٪) و آبان (۳۴/۱٪) دیده شد (شکل ۲). بر اساس آزمون کراسکال-والیس بین میانگین تعداد گاماروس

جدول ۲: میانگین طول و وزن در جنسیت‌های مختلف گاماروس در سواحل استان مازندران (بابلسر-فریدونکنار)

Table 2: Average length and weight in different gender of *Pontogammarus maeoticus* in southern coast of the Caspian Sea

جنسیت	آماره	طول (mm)	وزن (gr)
	میانگین	۴/۱۰	۰/۰۰۶۸
	تعداد	۳۶۰	۲۱۷
نابالغ	انحراف معیار	۰/۹۰	۰/۰۰۲۸
	حداقل	۱/۰۰	۰/۰۰۱
	حداکثر	۷/۰۰	۰/۰۱۸

جنسیت	آماره	طول (mm)	وزن (gr)
نر	میانگین	۸/۵۰	۰/۰۳۰۳
	تعداد	۶۷۳	۶۷۳
	انحراف معیار	۱/۸۷	۰/۰۱۳۳
	حداقل	۴/۰۰	۰/۰۰۶
	حداکثر	۱۴/۰۰	۰/۰۷۷
	میانگین	۸/۳۰	۰/۰۲۲۸
ماده	تعداد	۸۷۳	۸۷۰
	انحراف معیار	۲/۰۴	۰/۰۱۴۸
	حداقل	۴/۰۰	۰/۰۰۲
	حداکثر	۱۴/۰۰	۰/۰۷۶
	میانگین	۷/۶۰	۰/۰۲۶۳
	تعداد	۱۹/۶۰	۱۷۶۰
کل	انحراف معیار	۲/۴۹	۰/۰۱۵۲
	حداقل	۱/۰۰	۰/۰۰۱
	حداکثر	۱۴/۰۰	۰/۰۷۷

وزن 0.173 ± 0.031 گرم در اسفند و حداقل میانگین وزن 0.103 ± 0.019 گرم در مرداد می باشد و بین میانگین وزن در ماه های مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد (ANOVA; $F=38.6$; $p<0.001$). (مقایسه دوجه دو میانگین ها در جدول ۳).

حداقل و حداکثر میانگین (\pm انحراف معیار) طول 8.50 ± 1.81 و 6.53 ± 1.62 اسفند مشاهده شد. همچنین بین میانگین طول در ماه های مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد (ANOVA; $F=42.3$; $p<0.001$). همچنین حداکثر میانگین

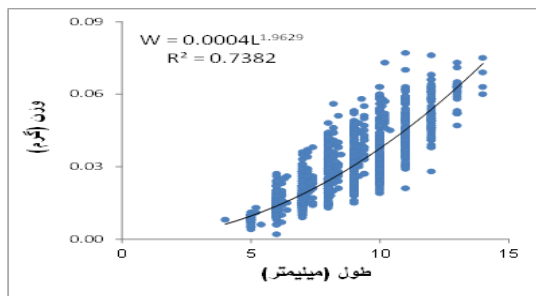
جدول ۳: میانگین طول و وزن گاماروس در ماه های مختلف در سواحل استان مازندران (بابلسر-فریدونکنار)

Table 3: Monthly average length and weight of *Pontogammarus maeoticus* in southern coast of the Caspian Sea

ماه		طول (mm)	وزن (gr)
آبان	میانگین	a6/95	a0/020
	تعداد	258	230
	انحراف معیار	1/19	0/0102
دی	میانگین	b7/99	cd0/030
	تعداد	244	227
	انحراف معیار	1/96	0/0137
اسفند	میانگین	b8/50	d0/031
	تعداد	383	356
	انحراف معیار	2/81	0/0173
مرداد	میانگین	a6/53	a0/019
	تعداد	344	356
	انحراف معیار	1/620	0/0103

ماه		طول (mm)	وزن (gr)
اردیبهشت	میانگین	b۸/۱۷	bc۰/۰۲۸
	تعداد	۴۷۰	۴۴۴
	انحراف معیار	۲/۹۵	۰/۰۱۷۸
شهریور	میانگین	a۶/۶۶	b۰/۰۲۵
	تعداد	۲۰۷	۱۷۳
	انحراف معیار	۱/۷۹	۰/۰۱۳

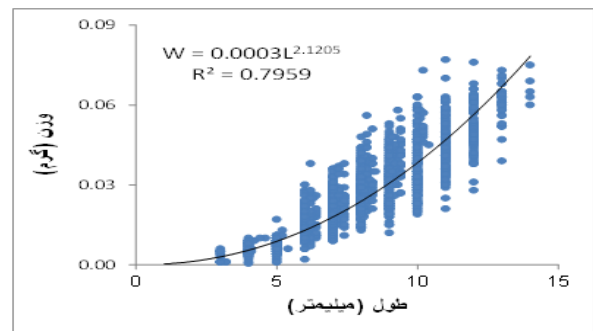
حروف غیر مشابه در هر ردیف، نشانگر وجود اختلاف معنی دار می باشد ($p < 0.05$).



شکل ۵: رابطه بین طول و وزن گاماروس در جنس ماده در سواحل استان مازندران

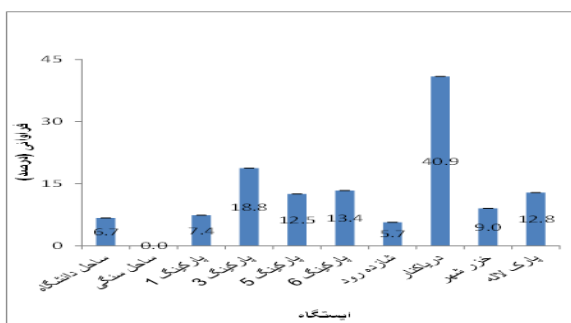
Figure 5: Relationship between length and weight in female of *Pontogammarus maeoticus* in southern coast of the Caspian Sea

بین طول و وزن گاماروس کل نمونه ها رابطه نمائی بسیار قوی وجود دارد ($p < 0.001$; $R^2 = 0.80$). مقدار شیب خط $b = 2.1205$ مدل برآورد شد (شکل ۳). در دو جنس نر و ماده نیز این رابطه قوی وجود دارد ($p < 0.001$). مقدار ضریب تعیین و شیب خط در نرها به ترتیب $۰/۶۷۱$ و $۱/۷۵۴۴$ و در ماده ها به ترتیب $۰/۷۳۸$ و $۱/۹۶۲۹$ محاسبه شد (شکل های ۴ و ۵).



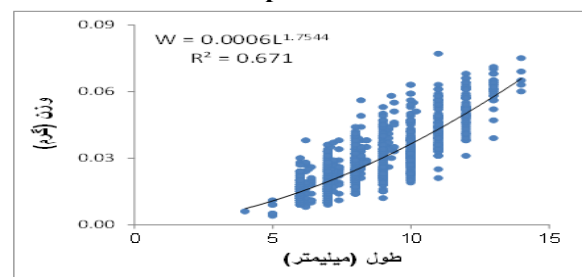
شکل ۳: رابطه بین طول و وزن گاماروس در سواحل استان مازندران
Figure 3: Relationship between length and weight of *Pontogammarus maeoticus* in southern coast of the Caspian Sea

حداقل فراوانی نسبی گاماروس های جفت شده در ایستگاه ساحل سنگی (۰٪) و حداکثر فراوانی در ایستگاه دریاکنار (۹/۴۰٪) مشاهده شد (شکل ۶). همچنین در ماه های مختلف، حداقل فراوانی گاماروسهای جفت شده در آبان ماه (۱/۱۵٪) و حداکثر در اسفند ماه (۴/۱۷٪) مشاهده شد (شکل ۷)



شکل ۶: توزیع فراوانی نسبت گاماروس های جفت شده به تعداد کل نمونه ها در ۱۰ ایستگاه از بابلسر تا فریدون کنار.

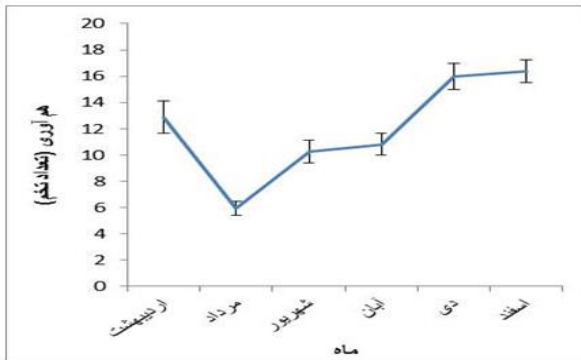
Figure 6: Spatial frequency of paired *Pontogammarus maeoticus* to the total specimens in southern coast of the Caspian Sea



شکل ۴: رابطه بین طول و وزن گاماروس در جنس نر در سواحل استان مازندران

Figure 4. Relationship between length and weight in males of *Pontogammarus maeoticus* in southern coast of the Caspian Sea

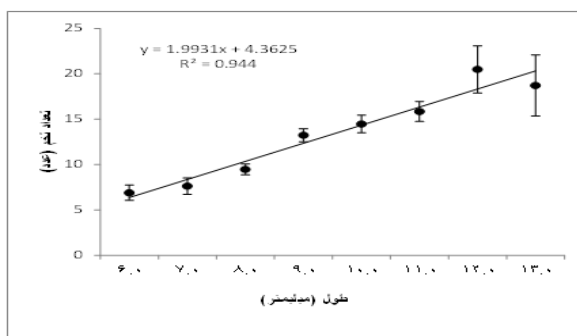
مختلف نیز بین میانگین هم آوری اختلاف معنی داری مشاهده شد ($\chi^2=72.9$; $p<0.001$). (Kruskal-Wallis)



شکل ۹: میانگین (\pm انحراف معیار) هم‌آوری (تعداد تخم) گاماروس در ماه‌های مختلف از بابلسر تا فریدون کنار

Figure 9: Monthly average (\pm SD) fecundity (number of eggs) of *Pontogammarus maeoticus* in southern coast of the Caspian Sea

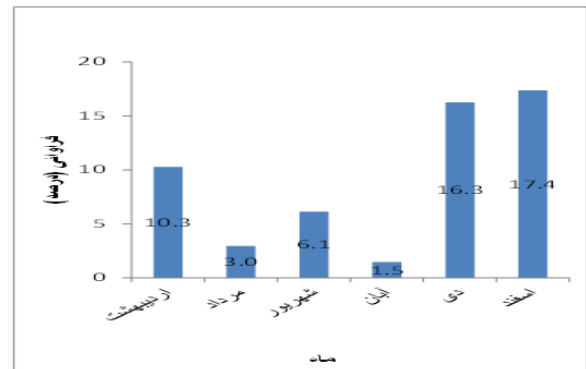
مناسبت‌ترین رابطه بین دو متغیر طول و هم آوری یک رابطه خطی و مقدار ضریب تعیین $R^2=0.94$ محاسبه شد ($p<0.001$; شکل ۱۰).



شکل ۱۰: رابطه بین طول گاماروس و میانگین تعداد در کلاسه‌های طولی مختلف

Figure 10: Relationship between length and fecundity of *Pontogammarus maeoticus* in southern coast of the Caspian Sea

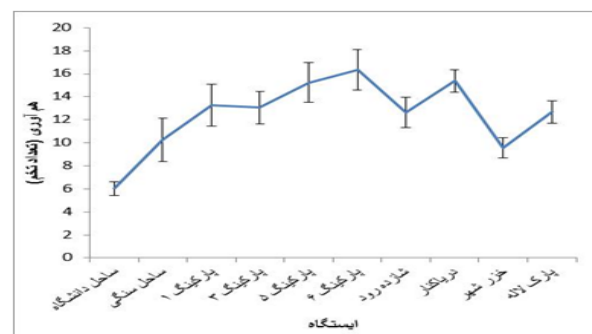
کمترین فراوانی نرها در ایستگاه پارکینگ ۶ (۳۵٪) و بیشترین فراوانی جنس نر با ۴۹/۴ درصد در ایستگاه خزر شهر مشاهده شد (شکل ۱۱). همچنین حداقل فراوانی نرها در اسفند ماه (۳۵/۴٪) و بیشترین فراوانی نرها (۵۴/۷٪) در آبان ماه مشاهده شد (جدول ۴). نتایج نشان می‌دهد که در مجموع نسبت نر:



شکل ۷: توزیع فراوانی نسبت گاماروس‌های جفت شده به تعداد کل نمونه‌ها در ماه‌های مختلف از بابلسر تا فریدون کنار.

Figure 7: Monthly distribution of paired *Pontogammarus maeoticus* specimens to the total specimens in southern coast of the Caspian Sea

میانگین (\pm خطای معیار) هم آوری گاماروس در ایستگاه‌های مختلف نشان می‌دهد حداقل میانگین هم آوری در ساحل دانشگاه (۶/۰ \pm ۰/۵۹ عدد) و حداکثر هم آوری در پارکینگ ۶ (۱۶/۴ \pm ۰/۷۱ عدد) می‌باشد (شکل ۸).



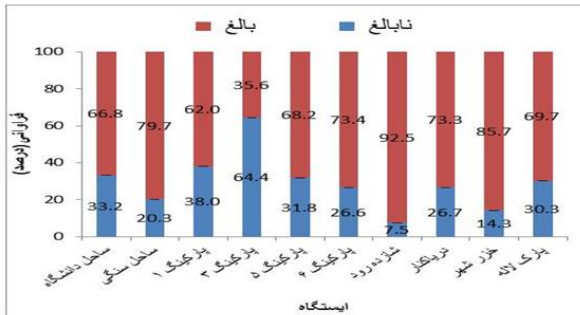
شکل ۸: میانگین (\pm انحراف معیار) هم آوری (تعداد تخم) گاماروس در ایستگاه‌های مختلف از بابلسر تا فریدون کنار

Figure 8: The mean (\pm SD) fecundity (number of eggs) *Pontogammarus maeoticus* in different stations in southern coast of the Caspian Sea

بر اساس آزمون کراسکال-والیس بین میانگین هم آوری در ماه‌های مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد ($\chi^2=44.9$; $p<0.001$ Wallis). میانگین این شاخص در ایستگاه‌های مختلف نیز نشان می‌دهد که حداقل میانگین هم آوری در مرداد (۵/۹ \pm ۰/۵۲ عدد) و حداکثر هم آوری در اسفند (۱۶/۴ \pm ۸/۰۸ عدد) می‌باشد (شکل ۹).

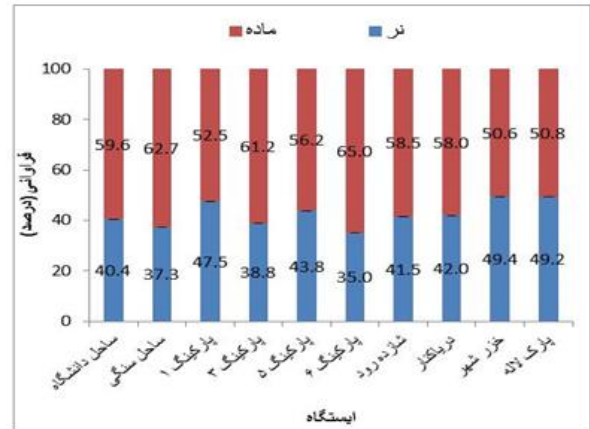
ماده ۰/۷۷: ۱ بوده و ماده ها کاملاً غالب هستند ($\chi^2 = 25.9$; $p < 0.001$). همچنین مقایسه فراوانی جنسی نر و ماده در ماه های مختلف نیز نشان می دهد که فقط در ماه اردیبهشت، مرداد و اسفند ماده ها از نظر آماری غالب هستند ($p < 0.05$; جدول ۴).

کمترین فراوانی نمونه های نابالغ (۰/۹۲/۵)، کمترین فراوانی نمونه های نابالغ (۰/۷/۵) در ایستگاه شازده رودخانه مشاهده شد (شکل ۱۲). در ماه های مختلف کمترین فراوانی نسبی نمونه های بالغ در دی ماه (با ۰/۴۸/۹) و بیشترین فراوانی شهریور ماه (۰/۹۸/۲) محاسبه شد، بطوریکه کمترین و بیشترین فراوانی نسبی نابالغ بترتیب ۲/۸ و ۵/۱ درصد در ماه های شهریور و دی محاسبه شد (شکل ۱۳).



شکل ۱۲: توزیع فراوانی نسبی گاماروس های بالغ و نابالغ در ایستگاه های مختلف از بابلسر تا فریدون کنار

Figure 12: Distribution of relative abundance mature and immature of *Pontogammarus maeoticus* in the southern coast of the Caspian Sea



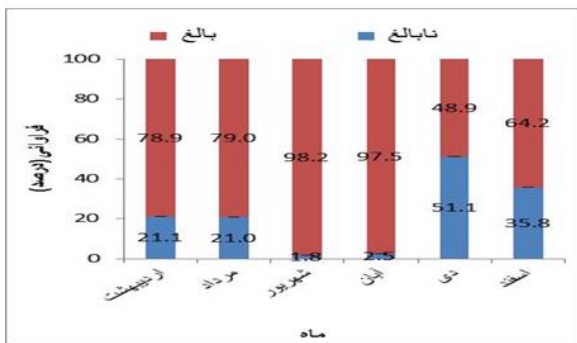
شکل ۱۱: توزیع فراوانی نر، ماده، در ایستگاه های مختلف از بابلسر تا فریدون کنار.

Figure 11: Frequency of male and female of *Pontogammarus maeoticus* in different stations in southern coast of the Caspian Sea

جدول ۴: مقایسه نسبت های فراوانی جنس های نر و ماده گاماروس در سواحل استان مازندران

Table 4: Monthly comparison sex ratios of *Pontogammarus maeoticus* in southern coast of the Caspian Sea

ماه	تعداد نر	تعداد ماده	نسبت جنس		P
			نر : ماده	مقدار کای دو	
اردیبهشت	۱۳۸	۲۲۰	۱ : ۰/۶۲	۱۸/۸۱	۰/۰۰۱
مرداد	۱۲۷	۱۶۴	۱ : ۰/۷۷	۴/۷۱	۰/۰۰۳
شهریور	۸۶	۷۸	۱ : ۱/۱۰	۰/۳۹	۰/۵۳
آبان	۱۱۰	۹۱	۱ : ۱/۲۱	۱/۷۹	۰/۱۸
دی	۱۰۰	۱۱۶	۱ : ۰/۸۶	۱/۱۸	۰/۲۷
اسفند	۱۱۲	۲۰۴	۱ : ۰/۵۴	۲۶/۷۸	۰/۰۰۱
کل	۶۷۳	۸۷۳	۱ : ۰/۷۷	۲۵/۸۷	۰/۰۰۱



شکل ۱۳: توزیع فراوانی بالغ و نابالغ در ماه های مختلف از بابلسر تا فریدون کنار.

Figure 13: Distribution of mature and immature in different months of *Pontogammarus maeoticus* in the southern coast of the Caspian Sea

بحث

در مطالعه حاضر مشخص شد که از نظر آماری بین میانگین تعداد گاماروس در ایستگاه های و ماه های مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد، بطوریکه بیشترین فراوانی به ترتیب در ایستگاه های ۹ و ۷ در ماه های اسفند، آبان و شهریور مشاهده

کمترین فراوانی نسبی نمونه های گاماروس بالغ برابر (۰/۳۵/۶)، بیشترین فراوانی نمونه های نابالغ (۰/۶۴/۴) در ایستگاه پارکینگ ۳ و بیشترین فراوانی نمونه های بالغ

تخم و هم آوری آنها رابطه مستقیم وجود دارد، بین طول ماده دارای تخم و فضای درون کیسه تخمی (Marsupium) رابطه مستقیم وجود دارد (Alouf, 1979).

حداقل فراوانی نسبی گاماروس های جفت شده در ایستگاه ساحل سنگی (۰/۰) و حداکثر فراوانی در ایستگاه دریاکنار (۰/۴۰/۹) مشاهده شد همچنین در ماه های مختلف، حداقل فراوانی گاماروس های جفت شده در آبان ماه (۰/۱/۵) و حداکثر اسفندماه (۰/۱۷/۴) مشاهده شد، اما در تمام ماه های نمونه برداری عمل زادآوری گاماروس ها مشاهده شد. Alouf نیز در سال (۱۹۸۶) مشاهده کرد که در گونه *G. laticuslaticus* هیچ دوره استراحتی برای زادآوری وجود ندارد و در فصول بارندگی زادآوری آنها به اوج خود می رسد و در ماه های خشک تابستان کاهش پیدا می کند. در بررسی های دیگری که این محقق روی *G. Roniticus*، *G. laticoxalis*، *G. syriacus* رودخانه لبنان در سال ۱۹۷۹ انجام داد به این نتیجه رسید که در سرتاسر سال زادآوری گاماروس ها انجام می گیرد اما یک دوره نسبی استراحت بهاره نیز دارند. که با یافته های این پژوهش همسو می باشد.

بر اساس نتایج این تحقیق نسبت نر: ماده ۰/۷۷: ۱ بود و ماده ها غالب بودند. Janssen و همکاران در سال ۱۹۷۹ در گونه *G. aequicauda* نسبت جنسی ۱:۴ را به نفع ماده ها گزارش نمودند. محققان دیگر نیز نسبت جنسی را به نفع ماده ها مشاهده کردند (Ghareyazie & Mottaghi, 2012). Greze در سال ۱۹۷۷ نسبت ۱:۲ را بیان می کند. نسبت معکوس در جمعیت های گاماروس ها ۱:۱/۵۹ نیز توسط Kostalos در سال ۱۹۷۹ نیز گزارش شده است که به علت تاثیر فاکتورهایی مانند: دما، شوری، نور، انگلها، و غیره می باشد. اختلاف در نسبت جنسی پی در پی در بین گونه های جنس *Gammarus* دیده شده است (Sutcliffe, 1993).

از یافته های دیگر این بررسی حضور همیشگی نابالغ ها در تمام مدت نمونه گیری بود که علت آن احتمالا بخاطر حضور پیوسته ماده های باردار می باشد که با گزارشات Costa در سال ۱۹۹۷، مبنی بر اینکه در گاماریده های نسبت مستقیم بین ماده های باردار و نابالغ ها وجود دارد و همزمان با افزایش ماده های باردار در جمعیت تعداد نابالغ ها نیز افزایش می یابد هم راستا می باشد.

شد، این دو ایستگاه از جمله ایستگاه های بودند که از نظر مواد آلاینده (فاضلاب و آب استخر) دور بودند. که با گزارشات مبنی بر اینکه آلودگی شاخص مهمی در ترکیب جمعیت گاماروسها می باشد همخوانی دارد (Neuparth et al., 2002).

میانگین طول و وزن نمونه های بررسی شده نشان داد که نرها دارای طول و وزن بیشتری از ماده ها هستند و اختلاف معنی داری بین آنها وجود دارد که با مطالعات انجام شده توسط Prato & Biandolino (2006)، قلی پور و فتاح پور (۱۳۹۰) همسو بوده است. در بیشتر خانواده های گاماریده و بیشتر خانواده های راسته ناجور پایان، بزرگ بودن جنس نر از ماده دیده می شود، که این موضوع در مورد *Gammarus crinicaudatus* نیز صادق است (Steele & Steele, 1969) همچنین بزرگتر بودن جنس نر از ماده در *P. maeoticus* توسط جابر (۱۳۷۶) و نیز توسط نقیب در سال ۱۳۸۱ گزارش شده است. ولی با گزارشات Mirzajani (۲۰۰۳) تفاوت دارد. ایشان گزارش کردن که بین میانگین طول بدن نر و ماده تفاوت معنی دار وجود ندارد. این نتایج متفاوت احتمالا بواسطه تفاوت زمان و مکان یا حضور زیرگونه ای از آنها در منطقه مورد مطالعه می باشد.

میانگین هم آوری گاماروس در ایستگاه های مختلف نشان می دهد حداقل میانگین هم آوری در ساحل دانشگاه (۰/۵۹±۰/۰۶ عدد) و حداکثر هم آوری در پارکینگ ۶ (۰/۷۱±۰/۱۶ عدد) می باشد. حد اکثر هم آوری که در یک ماده دارای تخم دیده شد ۴۲ عدد، پارکینگ ۶ و مربوط به اسفند ماه است. در پژوهشی توسط Mirzajani در سال ۲۰۰۳ میانگین هم آوری در میان ماده های *P. maeoticus* بین ۲/۳ تا ۲۴/۸ تخم متفاوت بود و بالاترین هم آوری مشاهده شده ۴۲ تخم گزارش گردید. اما یک گونه از جنس *Stygbromus* نیز تنها یک یا دو تخم در هر بار تخمیزی آزاد می کند ولی آزاد کردن ۱۵ تا ۵۰ تخم در بین گاماروسها عمومیت دارد (Bousfield, 1973).

رابطه طول گاماروس های ماده و هم آوری آنها نشان می دهد که یک رابطه خطی بین طول گاماروس های ماده و تعداد تخم های آنها بر قرار است که هرچه طول گاماروس های ماده افزایش می یابد تعداد تخم های آنها نیز افزایش پیدا می کند. در گونه *G. laticuslaticus* نیز بین طول ماده های دارای

منابع

- عسگری، م.، ۱۳۹۳. پراکنش مکانی و زمانی گاماروس در سواحل استان مازندران بابلسر و فریدون کنار. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه مازندران. ۱۱۰ صفحه.
- غنی نژاد، د.، مقیم، م. و فضلی، ح.، ۱۳۷۳. ارزیابی ذخایر ماهیان استخوانی دریای خزر در سال ۷۳-۷۲. مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان. بندر انزلی، صفحات ۱۱۳-۱۱۷.
- قلی پور، ع. و فتاح پور، ح.، ۱۳۹۰. بررسی تغییرات فصلی جمعیت گاماروس آکی کودادر خلیج میانکاله. مجله زیست شناسی، جلد ۲۴، شماره ۳، صفحات ۵۵۸-۵۶۵.
- محمدی، غ.، نصر، ا. و زمان پور، م.، ۱۳۸۸. بررسی هم-آوری و چرخه زایشی یک جمعیت محلی *Gammarus pulex* در چشمه کمهر فارس. مجله علمی تخصصی تالاب دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، سال اول، شماره اول، صفحات ۴۶-۵۹.
- نقیب، م.، ۱۳۸۱. مطالعه پراگندگی، سیکل و تعیین عدد کروموزومی دوجورپایان استانهای اصفهان و قم. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تهران. ۱۱۲ صفحه.
- Alouf, N.J., 1979. Cycle de reproductive de deux especes Parents de *Gammarus du Liban*(crustacesamphipod): Annl Limnologie: 14(13): 181-195.
- Alouf, N.J., 1986. *Biologie de Gammarus laticoxalis laticoxalis* dans riviere du Liban: Hydrologia, 133: 45-57.
- Bousfield, E.L., 1973. Shallow water Gammaridean Amphipoda of New England. Comstok, Ithaca, 312P.
- CEESP, 2001. The sturgeon. commission on environmental. Economic and Social Policy, 8: 28.
- Costa, F.O., 1997. *Gammarus locusta* (Crustacean). em testes ecotoxicologicas: ecología cultura esensibilidade a variavieveis nao contaminates, M.Sc. thesis. Univesidade Nova de lisba, 117 P.
- ابراهیم نژاد، م.، حسینی، ل. و سالاری، ع.، ۱۳۸۴. جمع آوری و شناسایی گونه های جنس *Gammarus* رودخانه زاینده رود. مجله زیست شناسی ایران، جلد ۱۸، شماره ۳، صفحات ۲۱۸-۲۲۷.
- امری صاحبی، ا.، تقوی، ح. و فضلی، ح.، ۱۳۸۴. بررسی رژیم غذایی شیشه ماهی (*Atherina boyeri caspica* Risso, 1810) در سواحل جنوبی شرقی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، ۱۳۱: (۱)۲۴-۱۳۳.
- آزادکار، ل.ی. و شعبانی پور، ن.، ۱۳۹۲. بررسی صفات گاماروس دریای خزر (*Pontogammarus maeoticus*) و اجزای ضمام دهانی آن در تصاویر میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM). فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان، سال اول، شماره دوم، صفحات ۸۱-۹۳.
- بیرشتین، یا.آ. وینوگرادف، ل.گ.، کونداکف، ن.ن.، کون، م.س.، استاخوا، تور و مانوا، ون.ن.، ۱۹۶۸. اطلس بی مهرگان دریای خزر. انتشارات مسکو. ترجمه. ل. دلینادوف. نظری، نشر موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۳۷۸، ۸۵۰ صفحه.
- جابر، ل.، ۱۳۷۶. بررسی مقدماتی بیولوژی آمفی پودهای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۳ صفحه.
- حبیبی، ط.، ۱۳۵۳. جانورشناسی عمومی. ج. ۳، بندپایان، دانشگاه تهران، ۴۰۷ صفحه.
- سیف آبادی، س.، نگارستان، ح. و مقدسی، ب.، ۱۳۸۲. *Pontogammarus maeoticus* ترکیبات عمدۀ شیمیایی گاماروس درطول ساحل جنوبی دریای خزر. مجله علوم دریایی ایران، دوره ۳، شماره ۱.
- شربعتی، ا.، ۱۳۷۸. اکولوژی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۲۷۳ صفحه.
- عابدیان، ع.، خالصی، م.، شکری، م. و حیدری، م.، ۱۳۸۲. بررسی تولید مثل و رشد گاماروس دریای خزر (*Pontogammarus maeoticus*) در شرایط آزمایشگاهی. مجله علوم دریایی ایران، دوره ۲، شماره ۲. صفحات ۵۱-۵۷.

- Dalpadado, P. and Bogstad, B., 2004.** Diet of juvenile cod (age 0–2) in the Barents Sea in relation to food availability and cod growth. *Polar Biology*, 27:140–154.
DOI: 10.1007/s00300-003-0561-5
- Ghareyazie, B. and Mottaghi, A., 2012.** Studing *Pontogammarus maeoticus* southern Coast of Caspian Sea. *Middle – East Journal of Scientific Research*, 12(11): 1484-1487.
DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2012.12.11.21
- Greze, I.I., 1977.** Life cycle of *Gammarus aequicada* in the black sea. *Crustaceana*, 4: 88-90.
- Janssen, H., Scheep maker, M., van Couwelaar, M. and pinkeoter, S., 1979.** Biology and distribution of *Gammarus aequicada* and *G. insensibilis* (Crustacea : Amphipoda) in the lagoon system of Bageo-sigean (France). *Bijdragen tot ae dierkunde*, 99: 42-70.
- Jaume, D. and Boxshall, G.A., 2008.** Global diversity of cumaceans and tanaidaceans (Crustacea: Cumacea and Tanaidacea) in frishwater. *Hydrobiologia*. 595: 225-230.
DOI 10.1007/s10750-007-9018-0
- Hickman, C.P., 1967.** Biology of the invertebrate. pp: 27-126
- Kostalos, M.S., 1979.** Life history and ecology of *Gammarus minus* Say (amphipoda, Gammarus). *Crustaceana*, 37(2): 113-122.
DOI: 10.1163/156854079X00942
- Mirzajani, A.R., 2003.** A study on the population biology of *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky,1894) in Bandar Anzali, southwest Caspian Sea. *Zoology in the Middle East*, 30: 61-68.
<http://dx.doi.org/10.1080/09397140.2003.10637989>
- Neuparth, T., Costa, F.O. and Costa, M.H., 2002.** Effects of temperature and salinity on life history of the marine Amphipod *Gammarus locusta*. Implications for Ecotoxicological testing. *Ecotoxicology*. 11: 61-73.
DOI: 10.1023/A:1013797130740
- Pauly, D., 1984.** Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use for programmable calculators. *ICLARM Studies and Reviews*, 8: 325.
- Poeckl, M., 1993.** Reproductive Potential and Lifetime Potential fecundity of the Freshwater amphipods *Gammarus fossarum* and *G.rosselii* in Austrian Streams and rivers. *Freshwater Biology*. 30: 73-91
- Prato, E. and Biantolino, F., 2003.** Seasonal changes in an intertidal population of the amphipod *Gammarus aequicauda* (Matynov, 1931). *Mediterranean Marine Science*. 4: 49-56.
DOI: 10.12681/mms.240
- Sharifinia, M., 2015.** Macroinvertebrates of the Iranian running waters: a review *Macroinvertebrados de aguascorrentes do Ira: umarevisao. Acta Limnologica Brasiliensia*, 27(4): 356-369
dx.doi.org/10.1590/S2179-975X1115
- Steele, D.H. and Steele, V.J., 1969.** The biology of *Gammarus* (Crustacea:Amphipoda) in the north western Atlantic. I *Gammarus duebeni* Lilj, *Candian Journal of Zoolgy*, 74: 235-244.
- Sutcliffe, D.W., 1993.** Reproduction in *Gammarus* (Crustacea: Amphipoda)female strategies fre. *Wat. forum*, 3(1): 26-64.

Zar, J.H., 2010. Biostatistical analysis. 4th edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 946 P.

The fecundity and population structure of *Gammarus Pontogammarus maeoticus* (Gurbanova, 1951) in the southern coast of the Caspian Sea

Taghavi Jelodar H.^{1*}; Asgari M.¹; Fazli H.²; Jaafari N.¹

* taghavi25@yahoo.com

- 1- University of Mazandaran
- 2- Ecology Research Center of Caspian Sea, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education & Extension Organization

Abstract

To determine the fecundity and population composition of *Gammarus (Pontogammarus maeoticus)* (Gurbanova, 1951) in coast line of the Caspian Sea, monthly sampling was conducted in ten stationing (between Babolsar to Fereydunkenar) from August 2013 to April 2014. A total of 1906 *P. maeoticus* specimens, male population composition (673), female (873) and immature (360), respectively. Kruskal-Wallis test based on the average number of *Gammarus* in stations ($\chi^2 = 14.8$; $p < 0.011$) and months ($\chi^2 = 17.6$; $p < 0.040$) showed significant different. The average length of immature, male and female was 4.1, 8.5 and 8.3 mm and weight 0.0068, 0.0303 and 0.0282, respectively. Males have more weight and length than the female and the mean length and weight of the two sexes was statistically significant (length: t-test=2.05; $p < 0.041$ Weight: t-test=2.81; $p < 0.005$, respectively). *Gammarus* Length and weight equation was very strong based on exponential relationship ($p < 0.001$; $R^2 = 0.80$) and slope of line b was 2.1205. The minimum average fecundity was $59/0 \pm 0/6$ and a maximum of $71/0 \pm 4/16$. Kruskal-Wallis test between the mean fecundity in different months showed a significant difference ($p < 0.001$). The results show that the overall ratio of male: female was 77/0: 1 which showed completely dominant of females ($p < 0.001$). Also compared the frequency of male and female at different months showed that only in August and March females are dominant statistically ($p < 0.05$).

Keywords: Fecundity, *Pontogammarus maeoticus*, Beaches, Caspian Sea

*Corresponding author