

بررسی تغییرات فصلی جمعیت گاماروس آکی کودا (*Gammarus aequicauda*) در خلیج میانکاله

عصمت قلی پور^{۱*}، حسین فتح پور^۱ و علیرضا میرزاجانی^۲

^۱ اصفهان، دانشگاه اصفهان، گروه زیست شناسی

^۲ بندرانزلی، پژوهشکده آبی پروری آبهای داخلی

تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۱۶

تاریخ دریافت: ۸۷/۶/۲۷

چکیده

تغییرات فصلی جمعیت گاماروس آکی کودا *Gammarus aequicauda* در خلیج میانکاله واقع در حاشیه جنوب شرقی دریای خزر طی یک سال مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این تحقیق، بررسی نوسانات فصلی ساختار جمعیت و بیولوژی در گونه *G. aequicauda* بود. از چهار ایستگاه گلوگاه، آشوراده، بندرگز، خواجه نفس نمونه برداری شد که گونه مزبور در هر چهار ایستگاه مشاهده شد. میزان تراکم افراد هر ایستگاه در فصول مختلف تفاوت معنی داری را نشان نداد (0.05). مقایسه میزان تراکم در بین ایستگاهها نشان داد که بین ایستگاهها از لحاظ تراکم تفاوت معنی داری وجود دارد (0.05). این تفاوت بین ایستگاه گلوگاه با سایر ایستگاهها بسیار قابل توجه بود. بالاترین میزان تراکم در ایستگاه گلوگاه و در فصل تابستان مشاهده شد (۱۲۶۳ فرد در متر مربع). میانگین نسبت جنسی ۰/۹ بود. افراد نابالغ در سرتاسر سال وجود داشتند. افراد ماده دارای تخم نیز در تمام فصول مشاهده شد. نسبت افراد نابالغ به بالغ در تابستان به حداکثر می رسد (۱/۰۲ درصد). میزان فعالیت تولیدمثلی که با تخمین درصد ماده های دارای تخم به کل ماده ها ارزیابی می شود در زمستان کمترین ۲۷ درصد و در بهار بالاترین مقدار ۵۹ درصد بود. بین تعداد تخمهای موجود در کیسه تخمی هر جانور ماده با اندازه بدن ارتباط معنی داری وجود داشت. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق و باتوجه به اینکه این گونه در سرتاسر سال دارای فعالیت تولیدمثلی می باشد، می تواند گونه مطلوبی جهت تکثیر و پرورش در نظر گرفته شود.

واژه های کلیدی: گاماروس، خلیج میانکاله، تولیدمثل، طول بدن

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۲۷۶۸۴۲۵ پست الکترونیکی: efek@sid.ir

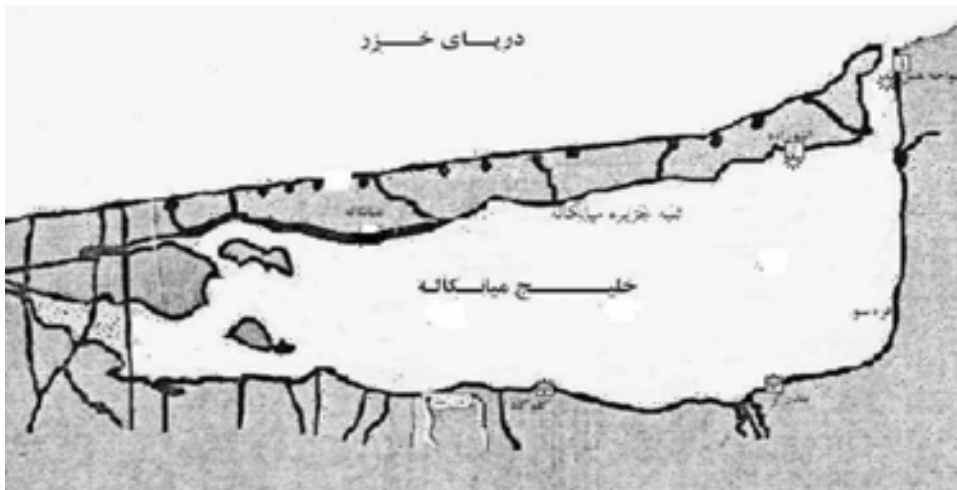
مقدمه

دسترس می باشد که عمدتاً مربوط به مطالعات صورت گرفته توسط **کغ لاکج** (۱۹۸۳) **غغوع لع فل عر & علاگخ** (۱۹۷۵) **که لاب** (۱۹۷۹) است. این پژوهشگران جمعیتهای گونه مزبور را در سواحل فرانسه و ساردینیا مطالعه کردند. همچنین **غ به غ لاة** (۱۹۷۷) جمعیتهای این گونه را در سواحل دریای سیاه و روسیه بررسی نمود (۸). علاوه بر این **م علاخ و و گ ع ک ع ف ب** (۲۰۰۳) گونه را در **ک ق ع ع ف ک ل ا ع چ** که یک اکوسیستم دریایی ساحلی بسته در ایتالیا است، بررسی نمود (۱۳). گونه

ناجورپایان دریای خزر اهمیت زیادی به عنوان غذای بسیاری از ماهیان اقتصادی دارند (۱). *Gammarus aequicauda* یک گونه مدیترانه ای است که معمولاً در تالابها و دهانه رودها و تا عمق حدود ۲۰ متر یافت می شود. این گونه اغلب در میان جلبکها و یا زیر سنگها ساکن است و نقش مهمی در زنجیره غذایی ایفا می کند (۸). گونه مزبور طبق نظر **غ غ ل ا ع** (۱۹۶۷) یک گونه یوری هالین می باشد و قادر است تغییرات زیاد نمک را تحمل کند (۱۵). اطلاعات محدودی درباره چرخه زندگی این گونه در

ترتیب با مطالعه جمعیت‌های این گونه و بررسی ساختار جمعیت و پراکنش آنها می‌توان میزان آلودگی محیط را نیز ارزیابی نمود و همچنین در مطالعات سم‌شناسی اکولوژیکی از آن بهره جست. شناسایی گونه‌های مناسب جهت تکثیر و پرورش می‌تواند تولید و بهره‌برداری مستمر از ماهیان را تضمین نماید. به این منظور آگاهی از چرخه زندگی، بیولوژی جمعیتی و ساختار جمعیتی گونه، ضروری به نظر می‌رسد و این مطالعه می‌تواند راه‌گشای تحقیقات بعدی در این زمینه باشد. هدف از این تحقیق آگاهی از ساختار و تغییرات فصلی جمعیت *G.aequicauda* در مناطق مختلف خلیج میانکاله و مقایسه نمونه‌های مربوط به این مناطق و شناسایی فاکتورهایی است که می‌تواند در ایجاد تفاوت‌های بین نمونه‌های این مناطق مؤثر باشد.

G.aequicauda در ایران برای اولین بار توسط **بگم‌د** و همکاران از ناحیه خزر گزارش شد (۱۴). در دریای خزر تاکنون مطالعاتی در مورد دوجورپایان صورت گرفته است که از جمله آنها می‌توان به مطالعات انجام شده توسط زحمتکش (فدع‌فدج‌ءکغغ‌فلافا) در سال ۲۰۰۰ (۱۰) و **فدع‌فلافا** در سال ۲۰۰۳ (۱۱) اشاره کرد. **فدع‌م‌الافب** نیز بر روی دوجورپایان ایران و ترکمنستان تحقیقاتی انجام داد (۳). استفاده از دوجورپایان برای تشخیص و تعیین کیفیت آب در اروپا متداول شده است. بسیاری از محققین، سخت‌پوستان را ابزاری مناسب برای مطالعات بیومونیتوری در نظر گرفته‌اند. جمعیت‌های دوجورپایان معمولاً به شرایط آب‌پاسخ می‌دهند و ترکیب جمعیت آنها می‌تواند نقش مهمی به عنوان شاخص آلودگی ایفاء کند (۲ و ۱۲). به این



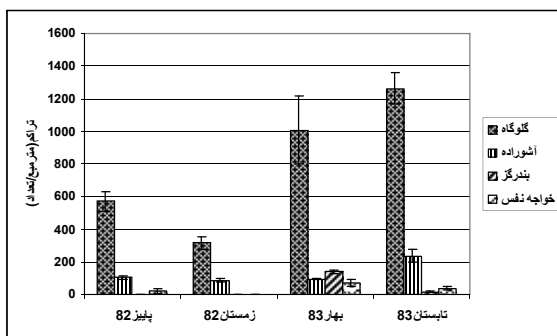
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری

حدود ۴۰ سانتیمتری انجام شد. در مجموع ۴ بار نمونه برداری از هر ایستگاه صورت گرفت. نمونه برداری به وسیله گراب با سطح مقطع 0.2 انجام شد و در هر محل نمونه برداری سه تکرار برای به دست آوردن حداقل نمونه لازم به منظور انجام آنالیزهای آماری صورت گرفت. نمونه‌ها به داخل تشت محتوی آب ریخته شد و دوجورپایان به وسیله الک بنتوزگیری، از آب گرفته شدند و به داخل ظرف‌های درب‌دار ریخته شدند. سپس با فرمالین ۴ درصد تثبیت و به آزمایشگاه انتقال یافتند.

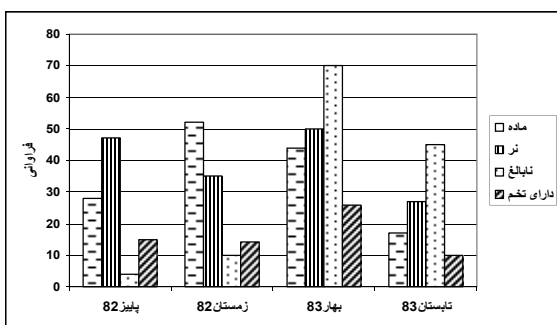
مواد و روشها

نمونه برداری در خلیج میانکاله، واقع در حاشیه جنوب شرقی دریای خزر انجام شد (شکل ۱). به منظور انجام مطالعه ۴ ایستگاه نمونه برداری در طول حاشیه خلیج انتخاب شد. در ساحل جنوبی ۲ ایستگاه بندر گز و گلوگاه و در ساحل شمالی دو ایستگاه آشوراده و خواجه نفس تعیین شدند. نمونه برداری از این ایستگاه‌ها به طور فصلی از پاییز ۱۳۸۲ تا تابستان ۱۳۸۳ در اواسط فصول و از عمق

تفاوت معنی داری ($P \leq 0.05$) ندارد. ایستگاه گلوگاه و آشوراده، به ترتیب با میانگین $334/55$ ج 1263 و $336/32$ ج 236 فرد در متر مربع در تابستان بالاترین تراکم را دارند و دو ایستگاه بندرگز و خواجه نفس به ترتیب با میانگین $11/66$ ج 138 و $0/28$ ج 71 فرد در متر مربع در بهار بالاترین تراکم را دارند. نتایج آنالیز واریانس در مورد مقایسه ایستگاههای مختلف با یکدیگر تفاوت معنی داری را بین ایستگاه گلوگاه با سایر ایستگاهها نشان داد ($P \leq 0.05, F=10.99$). بالاترین میزان تراکم در ایستگاه گلوگاه با میانگین $334/55$ ج 1263 فرد در متر مربع مشاهده شد و پایین ترین میزان تراکم در ۲ ایستگاه بندرگز و خواجه نفس می باشد که به صفر رسیده است. در واقع جمعیت *G.aequicauda* در ایستگاه گلوگاه در تمام فصول نسبت به سایر ایستگاهها از تراکم بالایی برخوردار است.



نمودار ۱- میانگین تراکم *G.aequicauda* برای ۴ ایستگاه در فصول مختلف



نمودار ۲- تعداد افراد نر، ماده، نابالغ و ماده دارای تخم در گونه *G.aequicauda*، ایستگاه گلوگاه

در آزمایشگاه گروه زیست شناسی دانشگاه اصفهان، نمونه ها از میان مواد بستر مثل لای و لجن و جلبکها جدا شده، شستشو داده شده و در الکل اتانول ۷۰ درصد تثبیت شدند. در مرحله بعد نمونه های مربوط به هر فصل و هر ایستگاه شمارش شد. طول بدن هر جانور با استفاده از استریو میکروسکوپ و کاغذ میلی متری در طول خط میانی-پشتی از نوک روستروم تا نوک تلسون، اندازه گیری شد. طول سر نیز به طور جداگانه اندازه گرفته شد. نمونه ها تعیین جنسیت شدند و در ۴ گروه نر، ماده، نابالغ و ماده دارای تخم قرار گرفتند. تعیین جنسیت بر اساس صفات مورد استفاده در شناسایی جنس ماده از نر صورت گرفت؛ جانورانی که دارای ژنیتال پایپلا یا برجستگی تناسلی در بند هشتم سینه ای بین دو پای سینه ای هفتم می باشند در گروه نر و جانورانی که دارای صفحه تخمی یا آستزیت می باشند در گروه ماده قرار گرفتند. نمونه هایی که هیچ یک از مشخصات ذکر شده را نداشتند در گروه نابالغین قرار گرفتند. جانوران ماده که در آنها کیسه نگهدارنده تخم دارای تخم یا جنین بود نیز در گروه ماده های دارای تخم قرار گرفتند. تعداد تخمهای موجود در کیسه تخمی هر جانور ماده شمارش شد. نسبت جنسی نیز به وسیله تقسیم تعداد جانوران ماده بالغ به تعداد جانوران نر بالغ محاسبه شد. تعداد افراد ماده دارای تخم بهترین شاخص برای تعیین میزان فعالیت تولید مثلی است. به این منظور درصد افراد ماده دارای تخم (تعداد افراد ماده دارای تخم تقسیم بر کل تعداد جانوران ماده* ۱۰۰) محاسبه شد. به منظور آنالیز داده ها از نرم افزار ۱۰ ذذخ و زوش آنالیز واریانس و رگرسیون و برای رسم نمودارها از نرم افزار قغ عو پ استفاده شد.

نتایج

تراکم: تراکم جمعیت تغییراتی را از لحاظ فصلی نشان می دهد (نمودار ۱). نتایج آنالیز واریانس و آزمون دانکن نشان داد که تراکم افراد هر ایستگاه در فصول مختلف

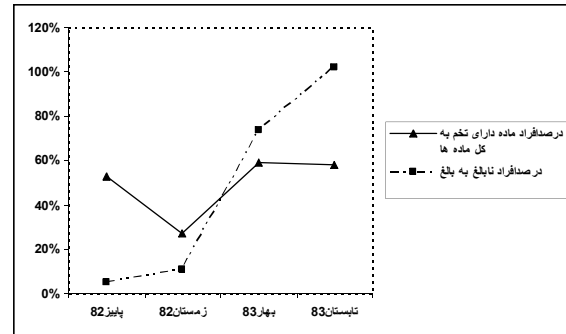
از آن است که این گونه در سرتاسر سال دارای فعالیت تولیدمثلی می‌باشد.

باروری با توجه به درصد جانوران ماده دارای تخم به کل تعداد افراد ماده، در زمستان کاهش نشان می‌دهد (۲۷ درصد) و در بهار به بیشترین میزان خود (۵۹ درصد) می‌رسد. وجود تخمها در مراحل تکاملی مختلف نیز تأیید کننده فعالیت جنسی در سرتاسر سال می‌باشد. با توجه به اندازه‌گیری طول بدن جانوران ماده دارای تخم مشاهده شد، با پیش رفتن به سمت فصول گرم و دمای بالا، اندازه بدن کاهش می‌یابد. یعنی در فصول گرم افراد ماده با اندازه کوچکتر دارای فعالیت تولیدمثلی هستند. کمترین میانگین طول بدن ۵/۷ میلی‌متر در فصل تابستان و بالاترین آن ۹/۱۱ میلی‌متر در زمستان است. نسبت جنسی نیز در فصول مختلف، تا حدی متفاوت است (جدول ۱). میانگین نسبت جنسی ۰/۹ می‌باشد. بالاترین میزان نسبت جنسی مربوط به فصل زمستان است (۱/۴۸) که نشان دهنده تعداد بیشتر افراد ماده در جمعیت می‌باشد. در سایر فصول فراوانی افراد نر، بالاتر از ماده است.

ارتباط بین تعداد تخمهای مربوط به کیسه تخمی هر جانور ماده با اندازه بدن آن بررسی شد. نتایج آنالیز رگرسیون نشان داد که بین طول بدن گاماروس ماده دارای تخم و تعداد تخمهای موجود در کیسه تخمی آن ارتباط خطی وجود دارد (۰.۲۹۹-آحد). نمودار ۴ وجود ارتباط خطی بین تعداد تخم و طول بدن (الف) و نیز طول سر (ب) را نشان می‌دهد. معادله خطی ارتباط طول بدن با تعداد تخم به صورت زیر می‌باشد:

$$چ: ۴.۳۷۲ + ۴.۳۱۴ \times ح - ۴.۳۱۶ - آغغغ ح$$

طول چ: و طول بدن (میلی‌متر) چ: و تعداد تخم، غغغ ح (سر) (میلی‌متر)



نمودار ۳- درصد افراد ماده دارای تخم به کل ماده ها و افراد نابالغ به

بالغ در گونه *G.aequicauda*

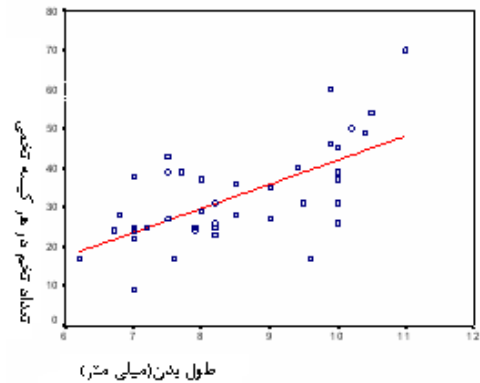
ساختار جمعیت: برای تفسیر ساختار جمعیت، نمونه‌ها در چهار گروه نر، ماده، نابالغ و ماده دارای تخم قرار گرفتند (نمودار ۲). این تفکیک براساس صفات مورد استفاده در شناسایی جنس نر و ماده صورت گرفت. بیشترین طول جانور نر اندازه‌گیری شده ۱۶ میلی‌متر و بیشترین طول جانور ماده ۱۳/۹ میلی‌متر می‌باشد که در نمونه‌های ایستگاه خواجه نفس یافت شده است. اما بالاترین میانگین طول بدن در دو جنس نر ماده در جمعیت گلوگاه می‌باشد (جانور نر با میانگین ۱۱/۱۴ میلی‌متر و جانور ماده با میانگین ۸/۸۵ میلی‌متر). در هر چهار منطقه نمونه برداری میانگین طول بدن جانور نر بزرگتر از ماده بوده، اما به لحاظ آماری این تفاوت معنی‌دار (0.05) نمی‌باشد. تعداد نابالغین در بهار نسبت به سایر فصول بالاتر می‌باشد (۷۰ نمونه نابالغ). نسبت افراد نابالغ به کل بالغین در فصول مختلف محاسبه شد. نسبت افراد نابالغ به بالغ در فصل تابستان بالاترین (۱/۰۲ درصد) مقدار است. اما در نیمه دوم سال تعداد افراد نابالغ نسبت به سایر گروهها پایین‌تر می‌باشد. این نسبت در پاییز به کمترین میزان (۰/۰۵ درصد) می‌رسد (نمودار ۳).

نسبت جنسی و باروری: همان‌طور که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود، افراد ماده دارای تخم در تمامی فصول یافت می‌شوند. افراد نابالغ نیز که حاصل شکوفایی تخمها هستند در تمام فصول در جمعیت مشاهده می‌شوند. این مطلب حاکی

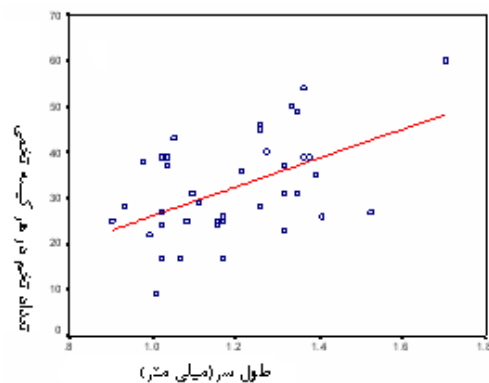
جدول ۱- طول بدن افراد ماده دارای تخم، درصد ماده دارای تخم به کل تعداد ماده ها و نسبت جنسی

فصول	طول بدن ماده دارای تخم (میلی متر)			نسبت جنسی (ماده/نر)	(افراد ماده دارای تخم/کل تعداد ماده) درصد
	وعکچ	کفکچ	کعغکچ		
بهار	۸/۶	۶/۶	۷/۴۱	۰/۸۸	۵۹
تابستان	۶/۸	۴/۶	۵/۷	۰/۶۳	۵۸
پاییز	۱۱	۶	۸/۱۲	۰/۶۰	۵۳
زمستان	۱۰/۶	۶/۸	۹/۱۱	۱/۴۸	۲۷

تراکم را با میانگین $34/55$ \pm 263 فرد در متر مربع نشان داد. با توجه به اینکه ایستگاه گلوگاه دارای پوشش جلبکی فراوان در حاشیه می باشد و در تابستان نیز بر تراکم آن افزوده می گردد می توان تراکم افراد را با تراکم پوشش گیاهی در ایستگاههای مورد مطالعه در ارتباط دانست. وجود پوشش گیاهی به عنوان منبع غذایی و پناهگاه مناسب عاری از آلاینده ها دو فاکتور مهم در پراکنش دو جور پایان محسوب می شود (۶). پایین ترین میزان تراکم نیز مربوط به ایستگاههای بندرگز و خواجه نفس بود که در فصل پاییز و زمستان هیچ نمونه ای مشاهده نشد. دلیل پایین بودن میزان تراکم در بندرگز می تواند از یکسو به دلیل نبودن پوشش گیاهی و جنس بستر که شامل گل و لای و لجن می باشد و از سوی دیگر آلودگی ناشی از ورود فاضلاب های شهری و صنعتی از طریق رود قره سو باشد. در مطالعات صورت گرفته توسط میرزاجانی بر روی گونه *Pontogammarus maoticus* در حاشیه جنوبی دریای خزر نیز پایین ترین میزان تراکم مربوط به اواسط پاییز و اواسط زمستان می باشد که هیچ نمونه ای مشاهده نشد (۱۱). همچنین در مطالعاتی که توسط **فکغ، باغج** در خلیج **قعمخ** انجام شد، بالاترین میزان تراکم جنس گاماروس در فصل تابستان گزارش شده است. وی اظهار داشته است که در فصل تابستان شکوفایی فیتوپلانکتونها در لایه های سطحی آب رخ می دهد و اکسیداسیون مواد آلی رسوب یافته را به همراه دارد و به این دلیل فراوانی جمعیت گاماروس در این فصل بیشترین مقدار است (۷). مطالعات **۱۹۹۷** **عقعث** نشان داد که متغیرهای شیمیایی آب فاکتور تعیین کننده در



الف



ب

نمودار ۴- رابطه بین تعداد تخم با طول بدن (الف) و طول سر (ب)

بحث

در مقایسه میزان تراکم جمعیت در هر ایستگاه در فصول مختلف، تفاوت معنی داری بین تراکم جمعیت در هر فصل وجود نداشت ($0.05 \leq X$). اما در مقایسه تراکم جمعیت ایستگاهها با یکدیگر، تفاوت معنی داری بین ایستگاه گلوگاه با سایر ایستگاهها مشاهده شد ($0.05 \leq X$). بالاترین میزان تراکم گونه *G.aequicauda* در بین ایستگاهها، متعلق به ایستگاه گلوگاه می باشد که در تمام فصول تراکم بیشتری را نسبت به سایر ایستگاهها دارا بود و در تابستان بالاترین

افراد ماده دارای تخم به کل تعداد ماده‌ها نشان می‌دهد میزان باروری در بهار به حداکثر (۵۹ درصد) می‌رسد و در زمستان کمترین مقدار (۲۷ درصد) است. مطالعات (۲۰۰۱) Maranhão و همکاران نیز نشان داد که باروری در زمستان کاهش یافته و در بهار افزایش می‌یابد (۹). در مطالعات (۱۹۹۷) غوغث بر روی گونه *G. minus* نیز نتیجه مشابهی بدست آمد (۶).

میانگین طول بدن افراد ماده دارای تخم در فصل زمستان حداکثر (۹/۱۱ میلی‌متر) است. بر اساس نتایج حاصل، هر چه به سمت فصول گرم (دمای بالا) پیش رفته از اندازه جانور ماده دارای تخم کاسته می‌شود. به عبارت دیگر افراد ماده در اندازه‌های کوچکتر قادر به تولیدمثل می‌شوند. به نظر می‌رسد دما عامل تأثیرگذار بر روی اندازه بدن در بلوغ و دوره تخم‌گذاری باشد. طی مطالعاتی که توسط (۲۰۳) گلاغمه صورت گرفت، مشاهده شد که دوره تخم‌گذاری، اندازه بدن در بلوغ، اندازه تخم و نوزادان در دوجورپایان گامارید به طور قابل ملاحظه‌ای به دما وابسته است (۵).

نسبت جنسی (نر/ماده) در فصول مختلف دارای نوسان می‌باشد. میانگین نسبت جنسی ۰/۹ است. بالاترین میزان نسبت جنسی مربوط به فصل زمستان است (۱/۴۸) که نشان دهنده تعداد بیشتر جانور ماده است. در فصول دیگر تعداد افراد نر بیشتر از ماده است. در مطالعاتی که توسط (۱۹۸۸) ففقلان غج بر روی همین گونه انجام شد جانور نر، در تمام ماه‌ها به استثنای دی ماه فراوانی بیشتری نسبت به افراد ماده دارد و این فراوانی نیز می‌تواند به دلیل شروع فعالیت تولید مثل باشد (۸). در مطالعاتی که توسط (۲۰۰) لغن قعده گتفر لافج ع فم لغ ع لگ قعر انجام شد مشاهده گردید که اگر چه غالباً نسبت نر به ماده بیشتر است، اما تعداد افراد ماده درست قبل از پیک فعالیت جنسی یعنی بهار غالب می‌شوند (۴) که مؤید پژوهش حاضر می‌باشد. در اکثر مطالعات صورت گرفته مکانیزم‌هایی که نسبت جنسی متمایل به نر را ایجاد می‌کند شناخته نشده است.

پراکنش جمعیت دوجورپایان است (۶). جمعیت‌های دوجورپایان معمولاً به شرایط آب‌پاسخ می‌دهند و ترکیب جمعیت آنها می‌تواند نقش مهمی به عنوان شاخص آلودگی ایفاء کند (۱۲).

میانگین طول بدن نمونه‌های جمع‌آوری شده از ایستگاه گلگاه نسبت به سه ایستگاه دیگر بالاتر است. ایستگاه گلگاه به دلیل فراهم آوردن منابع غذایی کافی با دیگر ایستگاهها متفاوت می‌باشد. این امر نشان دهنده شرایط تغذیه‌ای مناسب تر و آلودگی کمتر محیط است که موجب رشد بهتر گاماروس می‌شود. میانگین طول بدن برای جانور نر و ماده به ترتیب ۱۱/۱۴ و ۸/۸۵ میلی‌متر است. در مطالعات انجام شده توسط ففقلان غج (۱۹۸۹) بر روی این گونه جانور نر نسبت به ماده اندازه بزرگتری داشت (۸). در مطالعات (۲۰۰۳) مغلخ در ایتالیا بر روی گونه مزبور، نیز میانگین طول بدن جانور نر نسبت به ماده بزرگتر است (۱۳). میرزاجانی با مطالعه بر روی جنس *P.maeoticus* تفاوت معنی‌داری بین میانگین طول بدن نر و ماده نیافت (۰.۰۵)، اما در مطالعه‌ای که بر روی نمونه‌های جفت شده انجام داد دریافت که نرها به طور معنی‌داری بلندتر از ماده‌ها هستند (۰.۰۵) (۱۱).

افراد بالغ و نابالغ در تمام فصول وجود داشتند. تعداد افراد نابالغ در بهار بیشترین تعداد (۷۰ نمونه) است. با وجود اینکه تعداد نابالغین در فصل بهار بالاتر است، اما درصد افراد نابالغ به بالغ (نر و ماده) در تابستان بیشترین مقدار (۱/۰۲ درصد) و در پاییز کمترین مقدار (۰/۰۵ درصد) است. مطالعات انجام شده توسط (۱۹۷) غوغث بر روی گونه *G. minus*، نشان داد که بیشترین تعداد جانوران نابالغ در فصل بهار (اردیبهشت و خرداد) ظاهر می‌شوند (۶).

افراد ماده دارای تخم در تمام فصول در جمعیت مشاهده می‌شوند. با توجه به حضور ماده‌های دارای تخم در تمام فصول می‌توان دریافت که گونه *G. aequicauda* از لحاظ تولیدمثل در سرتاسر سال فعال است. همانطور که درصد

